# PORADNIK MONTERA kabli TELEKOMUNIKACYJNYCH

Janusz Różalski
Andrzej Sztern



Janusz Różalski
Andrzej Sztern

# PORADNIK MONTERA

# kabli

# TELEKOMUNIKACYJNYCH




Wydawnictwa Komunikacji i Łączności
Warszawa 1982

Okładkę projektował: *Witold Rębkowski*
Opiniodawca: mgr inż. *Adam Moniuszko*
Redaktor merytoryczny: mgr inż. *Grażyna Piętak*
Redaktor techniczny: *Jerzy Korpalski*
Korektor: *Sabina Trefon*



621.315.2(075)



W książce zawarto szczegółowe omówienie różnych metod montażu złączy kabli telekomunikacyjnych — zarówno starego, jak i nowego typu — stosowanych w krajowej sieci telefonicznej miejscowej i dalekosiężnej. Podano również wiadomości na temat budowy kabli, wymaganych parametrów elektrycznych torów transmisyjnych, zasad ich pomiaru i sposobów korygowania jakości oraz na temat osprzętu kablowego. Ujęto także podstawowe zagadnienia związane z zabezpieczeniem linii kablowych przed uszkodzeniami natury korozyjnej i mechanicznej.
Książka jest przeznaczona dla monterów i innych pracowników technicznych, zajmujących się budową i eksploatacją sieci kablowych. Może być przydatna jako lektura uzupełniająca dla uczniów techników łączności.

ISBN 83-206-0279-3



Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1982
Wydanie 1. Nakład 4800+200 egz.
Ark. wyd. 14. Ark. druk. 12,25 (16,29 A)
Oddano do składania we wrześniu 1981
Podpisano do druku w lutym 1982
Druk ukończono w marcu 1982
Papier ilustracyjny sat. kl. V, 71 g, 70×100 cm
Zamówienie P/84/81. K/9024.
Zakłady Graficzne w Toruniu, ul. Katarzyny 4. Zam. 1475. C-13

# Spis treści

# 1. Wprowadzenie

Przez pojęcie *telekomunikacji* należy rozumieć obszerną dziedzinę wiedzy obejmującą teoretyczne i praktyczne problemy przekazywania na odległość informacji — w zasadzie za pomocą energii elektrycznej. Techniczną realizację zadań związanych z takim sposobem przekazywania informacji zapewnia rozbudowana i niezawodnie funkcjonująca sieć telekomunikacyjna, będąca zestawem odpowiednio połączonych ze sobą urządzeń przetwórczych i torów transmisyjnych. Tory transmisyjne — ogólnie rzecz biorąc przewodowe oraz bezprzewodowe — tworzące odpowiednie kanały do przesyłania informacji za pośrednictwem różnych sygnałów elektrycznych, stanowią poważną pozycję w tym zestawie.

Współczesna sieć telekomunikacyjna powinna charakteryzować się:
- dużą sprawnością usługową,
- uniwersalnością, czyli umożliwianiem przesyłania różnego rodzaju informacji,
- odpowiednią niezawodnością,
- dobrą stabilnością,
- dużą szybkością przenoszenia sygnałów,
- elastycznością,
- ekonomicznością.

Interesującą nas tutaj część sieci dróg transmisyjnych — tzw. tory przewodowe — realizuje się za pomocą różnych typów linii kablowych zarówno dalekosiężnych, jak i miejscowych. Jakość tych linii rzutuje w dużej mierze na jakość przekazywanych informacji; toteż bardzo istotną sprawą jest dokładność i staranność wykonywania połączeń kabli, czyli tzw. *złączy*. Od sposobu wykonania montażu złączy zależą parametry elektryczne budowanej linii — a więc zarówno późniejszy przebieg procesu eksploatacji oraz trwałość tej linii, jak i jej przydatność do przewidzianych zastosowań.

Poradnik zawiera zbiór szczegółowo omówionych metod i warunków montażu kabli telekomunikacyjnych starego i nowego typu oraz pod-

stawowe wiadomości na temat budowy i parametrów elektrycznych poszczególnych typów kabli.

Poradnik przeznaczony jest w zasadzie przede wszystkim dla monterów, majstrów i techników kolumn kablowych, prowadzących budowę lub konserwację telekomunikacyjnych linii kablowych. Jednakże wskazane byłoby, aby z jego treścią zapoznali się także pracownicy kierujący przygotowaniem produkcji w przedsiębiorstwach zajmujących się budową linii kablowych.

# 2. Wiadomości ogólne

## 2.1. Narzędzia i sprzęt do budowy linii kablowej

Pojęcie „narzędzia i sprzęt do budowy linii kablowych" jest bardzo szerokie. W niniejszym punkcie zostaną omówione tylko podstawowe elementy sprzętu używanego w trakcie prac związanych z budową linii kablowych. Narzędzia i sprzęt stosowany w budownictwie łączności można ogólnie podzielić następująco:

1) narzędzia i sprzęt do układania kabli w kanalizacji kablowej,
2) narzędzia i sprzęt do układania kabli w ziemi,
3) narzędzia i sprzęt do montażu kabli.

Narzędzia i sprzęt specjalny stosowany przy montażu i budowie poszczególnych rodzajów kabli zostanie omówiony w następnych rozdziałach. Natomiast w tym punkcie wymienione zostaną wyłącznie narzędzia i sprzęt podstawowy, używany przy montażu wszystkich typów kabli.

**Narzędzia i sprzęt do układania kabli w kanalizacji kablowej**

1. Sprzęt do czyszczenia kanalizacji kablowej, składający się z kalibru do otworów oraz szczotki drucianej. Połączone ze sobą i przeciągnięte przez otwór kanalizacji — zapewniają jej drożność.

2. Pończocha kablowa lub specjalne uchwyty służące do chwytania końca kabla przy wciąganiu go do kanalizacji.

3. Winda kablowa lub wielokrążek, ułatwiające wciąganie odcinków kabla do kanalizacji.

4. Sprzęt pomocniczy, taki jak drążki kablowe lub pręty z włókna szklanego umożliwiające przeciągnięcie przez otwór w kanalizacji drutu lub linki przeciągowej, do której przyczepiane są kalibry, szczotki i uchwyty do kabli.

**Narzędzia i sprzęt stosowany podczas montażu kabli**

1. Sprzęt do zabezpieczenia miejsca pracy montera, taki jak zastawy chodnikowe, drabinki, namioty monterskie ze sztalugami itp.

2. Narzędzia monterskie (zestaw podstawowy). W skład zestawu podstawowego wchodzą między innymi:

— palnik benzynowy lub gazowy z butlą,
— moleskin,
— piłka do metalu,
— wałki modelowe,
— klepak,
— lutownica,
— młotek,
— komplet śrubokrętów,
— komplet kluczy płaskich i sztorcowych,
— cęgi uniwersalne (kombinerki),
— cęgi ostre,
— cęgi płaskie,
— czerpak do masy kablowej,
— szczotka druciana z długim włosem,
— pilnik,
— nóż monterski,
— miarka metrowa.

3. Sprzęt pomocniczy, taki jak naczynie do gotowania zalewy kablowej, kanistry na benzynę, latarka itp.

## 2.2. Pomiar parametrów kabli telekomunikacyjnych

### 2.2.1. Wiadomości wstępne

Pomiary kabli telekomunikacyjnych są bardzo ważnym czynnikiem zarówno w samym budownictwie łączności, jak i w dalszej eksploatacji linii kablowych. Umożliwiają one określenie w sposób jednoznaczny jakości linii pod względem jej możliwości przesyłowych. Ponadto umożliwiają też wychwytywanie wszystkich błędów montażowych podczas budowy linii kablowej i skorygowanie ich przed oddaniem linii do eksploatacji. W związku z tym poprawność wykonywania pomiarów jest sprawą niezwykle ważną z punktu widzenia eksploatacji linii kablowych.

Pomiary kabli ogólnie można podzielić na następujące grupy:

a) pomiary fabryczne,
b) pomiary na składowisku,
c) pomiary montażowe,
d) pomiary powykonawcze,
e) pomiary eksploatacyjne.

Niezależnie od tego, poszczególne grupy pomiarów można podzielić jeszcze na pomiary prądem stałym oraz przemiennym. Pomiary prądem przemiennym przeprowadza się w zakresie częstotliwości, do jakiego dany kabel jest przystosowany lub w jakim ma on być wykorzystany w danym fragmencie sieci.

**Aparatura pomiarowa**

1. Przyrządy do pomiarów prądem stałym:
- megaomomierz umożliwiający sprawdzanie stanu izolacji ośrodka kabla,
- mostek do pomiarów oporności rzeczywistej, umożliwiający pomiar oporności pętli żył oraz określenie asymetrii oporności w czwórce,
- mostek wysokonapięciowy lub inny przyrząd umożliwiający zbadanie wytrzymałości elektrycznej izolacji kabla.

2. Przyrządy do pomiarów prądem przemiennym:
- generator sygnału pomiarowego,
- miernik poziomu sygnału,
- przesłuchomierz do mierzenia sygnałów przedostających się z jednej pary żył na drugą,
- miernik sprzężeń zespolonych, umożliwiający pomiar wszystkich sprzężeń występujących między poszczególnymi torami w kablu,
- mostek do pomiaru impedancji falowej, umożliwiający sprawdzenie przebiegu impedancji falowej toru w funkcji częstotliwości,
- mostek pojemnościowy umożliwiający pomiar pojemności skutecznej poszczególnych torów oraz sprzężeń pojemnościowych między torami kabla.

3. Przyrządy do pomiarów impulsowych:
- miernik umożliwiający lokalizację miejsca uszkodzenia, w tym także punktu tzw. rozbicia *) czwórki w kablach symetrycznych,
- echometr do pomiaru niejednorodności torów współosiowych oraz do pomiaru tzw. impedancji miejscowej,
- mierniki specjalne do pomiaru traktów cyfrowych, takie jak symulatory kodu, mierniki stopy błędów itp.

4. Urządzenia pomocnicze:
- transformator symetryzujący umożliwiający przyłączanie do toru symetrycznego przyrządów pomiarowych o wejściach niesymetrycznych,
- przełącznik międzyczwórkowy umożliwiający wybranie odpowiedniej kombinacji torów,
- agregat spalinowo-elektryczny do zasilania przyrządów pomiarowych (w miejscach pozbawionych zasilania z sieci elektroenergetycznej),
- stabilizator wyrównujący wahania napięcia zasilającego przyrządy pomiarowe,

---

*) Termin ten oznacza połączenie ze sobą niewłaściwych żył

— przetwornica przetwarzająca prąd stały z akumulatora na prąd przemienny o napięciu 220 V do zasilania przyrządów pomiarowych,
— akumulator, z którego pobiera energię przetwornica.

5. Urządzenia do kontroli ciśnieniowej:
— sprężarka umożliwiająca napompowanie powietrza do kabla,
— susznik osuszający powietrze tłoczone do kabla,
— manometr umożliwiający kontrolę nadciśnienia panującego w kablu,
— butla ze sprężonym powietrzem stosowana zamiast sprężarki,
— reduktor umożliwiający regulację ciśnienia powietrza wtłaczanego do kabla.

Wymienione przyrządy zapewniają możliwość pełnej kontroli linii kablowych po wybudowaniu i w okresie eksploatacji.

### 2.2.2. Pomiary fabryczne kabli

Pomiary odcinków fabrykacyjnych kabli telekomunikacyjnych wykonywane są bezpośrednio w fabryce. Dzielą się one na badania pełne oraz niepełne.

Badania pełne, oprócz parametrów mechanicznych, obejmują cały zestaw parametrów elektrycznych kabla. Z punktu widzenia własności transmisyjnych kabla najbardziej interesujące są następujące badania (wykonywane prądem stałym i przemiennym):

1) próba szczelności powłoki kabla,
2) próba wytrzymałości elektrycznej izolacji na przebicie,
3) pomiar oporności izolacji kabla,
4) pomiar oporności pętli żył,
5) pomiar pojemności skutecznej kabli symetrycznych,
6) pomiar asymetrii pojemności kabli symetrycznych,
7) pomiar tłumienności skutecznej kabli symetrycznych i współosiowych,
8) pomiar impedancji falowej kabli symetrycznych i współosiowych,
9) pomiar impedancji miejscowej końców kabli współosiowych,
10) pomiar współczynnika echa własnego kabli współosiowych,
11) pomiar tłumienności przenikowych kabli symetrycznych i współosiowych.

Badania pełne są wykonywane przez producenta kabli w przypadku zmiany technologii produkcji, zmiany materiałów lub w ramach kontroli jakości produkcji, jednak nie rzadziej niż raz do roku.

Badaniom niepełnym poddaje się w fabryce każdą partię produkowanych kabli; obejmują one między innymi:

1) próbę szczelności powłoki kabla,
2) próbę wytrzymałości elektrycznej izolacji na przebicie,
3) pomiar oporności izolacji kabla,

4) pomiar oporności pętli żył,

5) pomiar pojemności skutecznej kabli symetrycznych,

6) pomiar asymetrii pojemności kabli symetrycznych,

7) pomiar impedancji miejscowej końców kabli współosiowych,

8) pomiar współczynnika echa własnego kabli współosiowych.

Wymagane wartości poszczególnych parametrów podane są w odpowiednich instrukcjach techniczno-eksploatacyjnych oraz w warunkach technicznych dotyczących odcinków fabrykacyjnych kabli. Liczba kabli poddawanych przy odbiorze badaniom jest różna, zależnie od liczby odbieranych kabli.

### 2.2.3. Pomiary kabli na składowisku

Zanim przystąpi się do budowy linii kablowej należy wykonać badania kabli złożonych na składowisku. Badania te obejmują:

1) próbę szczelności powłoki kabla,

2) próbę wytrzymałości elektrycznej izolacji kabla na przebicie,

3) pomiar oporności izolacji kabla,

4) pomiar oporności pętli (utworzonej ze zwartych ze sobą żył a i b) lub sprawdzenie w inny sposób ciągłości żył.

Pomiary tę są na ogół wykonywane przez monterów i dlatego zostaną szerzej omówione.

Poprawne wykonanie tych badań i prób decyduje o jakości zmontowanej linii kablowej, umożliwiając wyeliminowanie w porę nieszczelnych odcinków fabrykacyjnych, a także wykrycie zwarcia i przerwy żył oraz ułatwia na dalszym etapie budowy montaż kabli.

Próba szczelności powłoki kabla polega na sprawdzeniu ciśnienia powietrza znajdującego się w kablu za pomocą manometru precyzyjnego o klasie dokładności nie gorszej niż 1 i zakresie pomiarowym nie większym niż 2000 hPa (2 at). Jeżeli badany kabel znajduje się pod ciśnieniem, notujemy zmierzoną wartość tego ciśnienia. Jeżeli stwierdzimy brak ciśnienia w danym odcinku kabla, to należy go napompować powietrzem do ciśnienia około 1000 hPa (1 at). Następnie po upływie 48 godzin ponownie mierzymy to ciśnienie (koniecznie tym samym manometrem), i jeżeli stwierdzimy spadek większy niż 50 hPa (0,05 at) — dany odcinek kabla uznajemy za nieszczelny.

Poprawne wykonanie próby szczelności powłoki kabla jest bardzo ważne, ponieważ lokalizacja i usuwanie nieszczelności po ułożeniu nieszczelnego odcinka kabla w kanalizacji kablowej lub w ziemi jest bardzo trudne i pracochłonne.

Próbę wytrzymałości elektrycznej izolacji kabla na przebicie wykonuje się przede wszystkim w przypadku kabli dalekosiężnych, gdy przewidywany jest na linii system zdalnego zasilania stacji wzmacniakowych. Próba ta polega na przyłożeniu odpowiedniego napięcia probier-

czego między zwarte ze sobą żyły ośrodka kabla a metalową powłokę zewnętrzną. Izolacja żył badana w tych warunkach powinna przez dwie minuty wytrzymać bez przebicia napięcie o wartości przewidzianej w odpowiednich wymaganiach techniczno-eksploatacyjnych.

Próba wytrzymałości izolacji kabla na przebicie nie jest wprawdzie wymagana w normach dotyczących kabli miejscowych, ale jest i w tym przypadku pożądana. Zrezygnowanie z wykonania tej próby byłoby niesłuszne, gdyż nawet niewielkie zawilgocenie ośrodka kabla — nie wpływające na wartość oporności izolacji (szczególnie w kablach XTKMX) — może zostać wykryte po przyłożeniu odpowiedniego napięcia między żyły tzw. pary lokalizacyjnej o izolacji perforowanej.

Pomiar oporności izolacji żył kabla umożliwia sprawdzenie czy izolacja żył jest dobra (nie ma przerw), a w przypadku kabli o izolacji papierowo-powietrznej — zbadanie czy ośrodek nie jest zawilgocony. Pomiar polega na zmierzeniu oporności izolacji poszczególnych żył w stosunku do wszystkich pozostałych zwartych i połączonych z powłoką metalową kabla lub z zaporą przeciwwilgociową (w kablach XTKMX). Oporność izolacji mierzy się za pomocą megaomomierzy tranzystorowych lub induktorowych. Wartość oporności izolacji dla kabli dalekosiężnych powinna wynosić co najmniej 20 000 MΩ × km, a dla kabli miejscowych — co najmniej 5000 MΩ × km.

Pomiar oporności pętli wykonuje się w celu zbadania, czy żyły w ośrodku kabla nie mają przerw (badanie ciągłości) i czy ich średnica jest jednakowa na całej długości. Pomiar ten wykonuje się za pomocą mostka oporowego, zwierając na końcu badanego odcinka poszczególne pary i mierząc ich oporność.

Sprawdzenie ciągłości żył polega na tzw. przedzwonieniu kabla. Najczęściej wykorzystuje się w tym celu słuchawki telefoniczne i baterię lub też omomierz. Badanie takie daje nam informację wyłącznie o tym, czy żyły w ośrodku nie mają przerw. Natomiast nie otrzymujemy w ten sposób żadnych danych na temat jednorodności żył.

### 2.2.4. Pomiary montażowe

Pomiary montażowe wykonuje się w trakcie budowy linii kablowej; stanowią one zakończenie poszczególnych etapów budowy.

W przypadku kabli symetrycznych przeznaczonych dla telefonii nośnej z transmisją analogową pomiarem montażowym jest pomiar sprzężeń zespolonych, umożliwiający wykonanie symetryzacji kabla. W przypadku zaś kabli współosiowych pomiar ten polega na zmierzeniu współczynnika echa własnego; stosuje się tu przebieg impulsowy o szerokości impulsu 60 ns dla kabli typu 1,2/4,4 mm lub 10 ns dla kabli typu 2,6/9,5 mm; pomiarów dokonuje się oddzielnie dla poszczególnych sekcji montażowych, o długości 2 km każda. Uzyskane wyniki zapewniają

możliwość stwierdzenia, czy kabel współosiowy nie został uszkodzony podczas układania oraz skontrolowania poprawności wykonania złączy.

### 2.2.5. Pomiary powykonawcze

Po zmontowaniu linii kablowej należy wykonać pełne pomiary końcowe zbudowanej linii. Do pomiarów końcowych należą następujące pomiary wykonywane za pomocą sygnału stałoprądowego:

1) pomiar oporności izolacji,
2) pomiar oporności pętli,
3) pomiar asymetrii oporności,
4) próba wytrzymałości elektrycznej izolacji,

oraz z zastosowaniem prądu przemiennego jako sygnału pomiarowego:

5) pomiar tłumienności skutecznej,
6) pomiar impedancji falowej,
7) pomiar tłumienności przenikowej zbliżnej i zdalnej,
8) pomiar tłumienności niezrównoważenia kabli symetrycznych,
9) pomiar impedancji miejscowej (metodą impulsową) kabli współosiowych,
10) pomiar współczynnika echa własnego (metodą impulsową) kabli współosiowych,
11) pomiar średniej niejednorodności równoważnej (metodą impulsową) kabli współosiowych typu 2,6/9,5 mm.

Protokoły pomiarów końcowych linii kablowej są podstawą do komisyjnego odbioru zbudowanej linii.

Ponieważ pomiary powykonawcze nie są przeprowadzane bezpośrednio przez monterów, chociaż przy ich współudziale, zostały tu one wymienione bez szczegółowego omawiania.

### 2.2.6. Pomiary eksploatacyjne

Eksploatowane linie telekomunikacyjne są poddawane tzw. pomiarom okresowym wykonywanym przez pracowników kolumn kablowych. Składają się na nie pomiary przeprowadzane zarówno za pomocą prądu stałego, jak i przemiennego. Pomiarów prądem stałym dokonuje się — w zależności od rodzaju linii — co 3, 6 lub 12 miesięcy, obejmując nimi badanie:

1) oporności izolacji,
2) oporności pętli żył,
3) asymetrii oporności.

Pomiary oparte na wykorzystaniu prądu przemiennego są wykonywane, zależnie od rodzaju linii, co 2, 3 lub 5 lat i obejmują:

1) badanie tłumienności skutecznej toru,
2) badanie tłumienności zbliżnoprzenikowej,

3) badanie odstępu zdalnoprzenikowego,
4) badanie impedancji falowej toru.

Oprócz pomiarów okresowych, wykonuje się również badania eksploatacyjne związane z lokalizacją uszkodzeń oraz tzw. pomiary poawaryjne (sprowadzające się najczęściej w przypadku torów symetrycznych do pomiarów prądem stałym, a w przypadku torów współosiowych do pomiarów impulsowych). Pomiary te wykonywane są w odniesieniu do samego kabla, bez uwzględniania stacji wzmacniakowych, urządzeń komutacyjnych oraz innych urządzeń włączanych w linię kablową.

W zakres obowiązków montera kabli telekomunikacyjnych wchodzi wykonywanie następujących pomiarów:

1) oporność izolacji,
2) oporność pętli żył,
3) asymetria oporności żył,
4) badania mające na celu lokalizację uszkodzeń kabla.

Pomiar oporności izolacji

Pomiar oporności izolacji żył kablowych jest wykonywany napięciem stałym 500 V za pomocą megaomomierzy induktorowych lub tranzystorowych. Najczęściej używanym megaomomierzem induktorowym jest przyrząd typu MEGGER (produkcji angielskiej) o zakresie pomiarowym $0 \div 20\,000$ MΩ. Pomiar przeprowadza się obracając korbką induktora początkowo powoli, a następnie stopniowo zwiększając prędkość obrotów do $120 \div 150$ obr/min. Przy takiej prędkości następuje ustalenie się wskazówki miernika, co umożliwia odczytanie zmierzonej wartości oporności izolacji.

Najczęściej używanym megaomomierzem tranzystorowym jest megaomomierz typu NORMA (produkcji austriackiej). Ma on cztery zakresy napięcia pomiarowego: 100 V; 250 V; 500 V; 1000 V i umożliwia pomiar oporności w zakresie od 0 do 10 000 MΩ. Jest to przyrząd zasilany bateryjnie, bardzo prosty w obsłudze, stosowany najczęściej podczas badania sieci miejscowej. Zmierzoną wartość oporności izolacji należy odczytać po ustaleniu się wychylenia wskazówki miernika (w zależności od długości badanej linii czas ustalania się położenia wskazówki — wynikający z czasu ładowania się żył — wynosi od 15 sekund do 1 minuty).

Wartość odczytana na skali megaomomierza jest wartością odnoszącą się do całej linii, i dlatego każdorazowo należy dokonywać przeliczenia w celu uzyskania wartości oporności izolacji przypadającej na 1 km kabla (oporności jednostkowej $R_j$), posługując się wzorem

$$R_j = R_i \cdot l \ [\text{M}\Omega \cdot \text{km}]$$

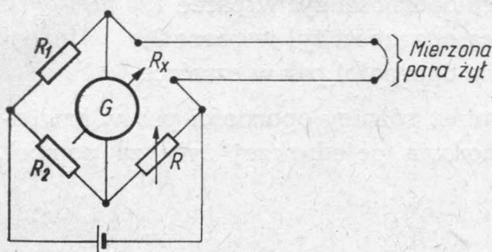
gdzie:

$R_i$ — odczytana wartość oporności izolacji w MΩ,
$l$ — długość mierzonej linii w km.

Przeliczenie takie jest konieczne, ponieważ we wszystkich wymaganiach i normach podawana jest jednostkowa wartość oporności izolacji.

Pomiar oporności pętli

Pomiaru oporności pętli żył dokonuje się za pomocą mostka do pomiaru oporności rzeczywistej, zasilanego prądem stałym. Schemat prostego mostka do pomiaru oporności pętli żył pokazano na rys. 2-1. Wykonanie pomiaru polega na doprowadzeniu mostka do stanu równowagi za pomo-




Rys. 2-1
Schemat mostka do pomiaru oporności pętli

cą opornika dekadowego ($R$). Wskaźnikiem równowagi jest galwanometr ($G$) wbudowany w mostek. Aby obliczyć oporność $R_x$ pętli żył, korzystamy z wzoru

$$R_x = R \frac{R_1}{R_2} \; [\Omega]$$

gdzie:
$R$ — oporność odczytana na oporniku dekadowym mostka,
$\frac{R_1}{R_2}$ — stosunek oporności stałych, w praktyce wyrażający się zazwyczaj wielokrotnością dziesięciu lub równy jedności.

W mostkach stosowanych w kraju $\frac{R_1}{R_2}$ przyjmuje najczęściej następujące wartości: 0,1; 1; 10; 100.

Po obliczeniu oporności pętli żył mierzonej linii należy obliczyć jednostkową oporność $R_j$ pętli, posługując się wzorem:

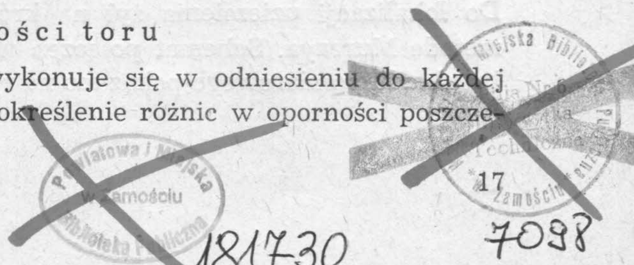
$$R_j = \frac{R_x}{l} \; [\Omega/\text{km}]$$

gdzie:
$R_x$ — obliczona oporność pętli żył z pomiarów mostkowych w $\Omega$,
$l$ — długość badanej linii w km.

Pomiar asymetrii oporności toru

Pomiar asymetrii oporności żył wykonuje się w odniesieniu do każdej czwórki oddzielnie; umożliwia on określenie różnic w oporności poszcze-





gólnych żył. Pomiaru tego dokonuje się za pomocą mostków oporności rzeczywistej w taki sam sposób, w jaki wyznacza się oporność pętli. Ponieważ jednak w tym przypadku chodzi o określenie wartości asymetrii, należy wykonać kolejno pomiary w odniesieniu do poszczególnych kombinacji żył, a mianowicie: $a + b$; $a + c$; $b + c$; $b + d$; $c + d$. Następnie należy obliczyć różnicę oporności poszczególnych żył w parach oraz różnicę w oporności między parami. Uzyskuje się w ten sposób następujące wyniki:

$(a + c) - (b + c) = a - b$ — różnica oporności żył w parze 1,
$(b + c) - (b + d) = c - d$ — różnica oporności żył w parze 2,
$(a + b) - (c + d)$ — różnica oporności par w czwórce.

Często podczas eksploatacji zamiast różnicy oporności par w czwórce oblicza się średnią asymetrię oporową pojedynczej żyły za pomocą wzoru

$$\frac{(a + b) - (c + d)}{4}$$

Jeśli obliczona wartość przekracza pewien dopuszczalny dla danego typu kabla poziom (podany w normach) — kabel taki należy przeznaczyć do remontu.

## Pomiary lokalizacyjne

Dokładna lokalizacja miejsca uszkodzenia kabla jest sprawą niezwykle ważną z punktu widzenia pracy sieci teletransmisyjnej. W celu dokonania tego przeprowadza się odpowiednie pomiary elektryczne za pomocą mostków oporowych oraz — jeśli kabel znajduje się pod kontrolą ciśnieniową, a nastąpił spadek ciśnienia w kablu — przeprowadza się badanie metodą ciśnieniową.

Najczęściej zdarzające się uszkodzenia torów kablowych — to:

1) metaliczne zwarcie żyły z ziemią lub zwarcie poprzez oporność (upływność),

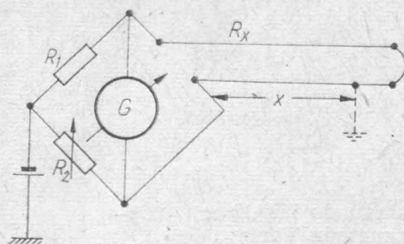
2) metaliczne zwarcie lub upływność między żyłami,

3) przerwa w żyle.

Miejsca, w których wystąpiły uszkodzenia są lokalizowane różnymi metodami; tutaj zostaną omówione tylko niektóre spośród tych metod, uważane za najbardziej typowe.

## Zwarcie lub upływność do ziemi

Do lokalizacji uziemienia żył na krótkich odcinkach kabla stosuje się metodę Murraya. Schemat połączeń wykorzystywanego w tym przypadku układu pomiarowego pokazano na rys. 2-2.




Rys. 2-2
Schemat układu do lokalizacji punktu uziemienia żyły metodą Murraya

Pomiar polega na doprowadzeniu do równowagi mostka za pomocą opornika dekadowego $R$, a następnie obliczeniu oporności $R_x$ zgodnie z wzorem

$$R_x = \frac{r \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

gdzie:
$R_1$ — oporność stała,
$R_2$ — oporność odczytana na mostku,
$r$ — zmierzona lub obliczona na podstawie parametrów materiału oporność pętli.

Jeżeli wykonanie pomiaru pętli jest niemożliwe, oporność $r$ należy obliczyć za pomocą wzoru

$$r = \frac{\varrho \cdot l}{s}$$

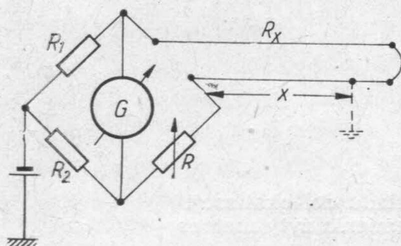
gdzie:
$\varrho$ — oporność właściwa materiału $\left[\frac{\Omega \cdot m^2}{m}\right]$,
$l$ — długość badanego toru [m],
$s$ — przekrój żyły [m²]

Aby określić odległość $x$ miejsca uszkodzenia od punktu pomiarowego, należy zastosować wzór o postaci

$$x = \frac{2 R_x}{R_j} \text{ [km]}$$

gdzie:
$R_x$ — oporność obliczona,
$R_j$ — oporność jednostkowa pętli.

W przypadku długich torów praktyczniejsza jest metoda Varleya. Schemat połączeń wykorzystywanego przy tym układu pomiarowego jest pokazany na rys. 2-3. Pomiar polega na doprowadzeniu mostka do rów-




Rys. 2-3
Schemat układu do lokalizacji uziemienia żyły metodą Varleya

nowagi za pomocą opornika dekadowego $R$ i obliczeniu oporności $R_x$ na podstawie wzoru

$$R_x = \frac{r - \frac{R_1}{R_2} R}{1 + \frac{R_1}{R_2}} \ [\Omega]$$

gdzie:
$r$ — oporność pętli,
$\frac{R_1}{R_2}$ — stosunek oporności stałych,
$R$ — oporność odczytana na wskaźniku mostka.

Następnie można obliczyć odległość $x$ miejsca uszkodzenia od punktu pomiarowego za pomocą wzoru

$$x = \frac{2 R_x}{R_j} \ [\text{km}]$$

gdzie:
$R_x$ — oporność obliczona,
$R_j$ — oporność jednostkowa pętli.

Zwarcie lub upływność między żyłami

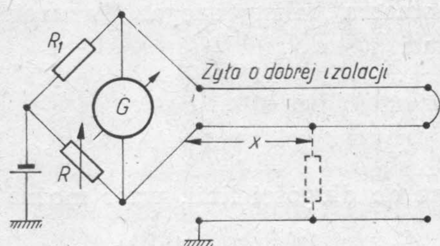
W celu zlokalizowania metalicznego zwarcia żył należy stosować metodę identyczną ze stosowaną przy pomiarze oporności pętli (patrz rys. 2-1). Następnie należy obliczyć oporność pętli, podobnie jak poprzednio, na podstawie wzoru

$$R_x = R \frac{R_1}{R_2} \ [\Omega]$$

Aby ostatecznie określić położenie miejsca uszkodzenia (odległość $x$), należy z kolei posłużyć się wzorem

$$x = \frac{R_x}{R} \ [\text{km}]$$

gdzie:
$R_x$ — oporność pętli,
$R_j$ — oporność jednostkowa pętli.




Rys. 2-4
Schemat układu do lokalizacji upływności między żyłami

Dokonując lokalizacji upływności należy zastosować zmodyfikowaną metodę Murraya (z wykorzystaniem jednej żyły dobrej). Schemat połączeń stosowanego w tym przypadku układu pomiarowego jest przedstawiony na rys. 2-4. Po doprowadzeniu mostka do stanu równowagi oporność $R_x$ oblicza się z wzoru

$$R_x = \frac{r\ R}{R_1 + R}\ [\Omega]$$

gdzie:
$r$ — oporność pętli,
$R$ — oporność odczytana na mostku,
$R_1$ — oporność stała.

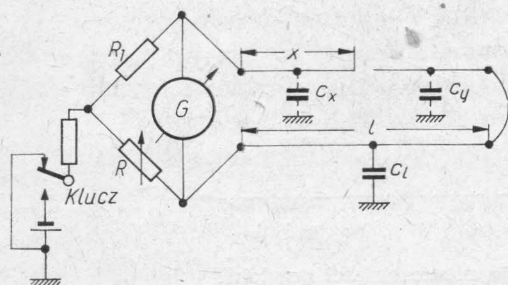
Następnie należy obliczyć odległość $x$ miejsca uszkodzenia od punktu pomiarowego, wykorzystując wzór

$$x = \frac{2R_x}{R_j}\ [\text{km}]$$

gdzie:
$R_x$ — oporność obliczana,
$R_j$ — oporność jednostkowa pętli.

Przerwa w żyle

W celu zlokalizowania przerwy posługujemy się układem, którego schemat jest pokazany na rys. 2.5. Mostek doprowadza się do równowagi poprzez przełączanie klucza oraz jednoczesną regulację położenia suwaka opornika dekadowego ($R$) aż do momentu, gdy po kolejnym przełączeniu




Rys. 2-5
Schemat układu do lokalizacji przerwy w żyle

klucza nie nastąpi wychylenie galwanometru balistycznego. Warunek równowagi mostka można zapisać w postaci

$$\frac{R}{R_1} = \frac{C_l + C_y}{C_x} \text{ lub } \frac{R}{R_1} = \frac{2\,C_l - C_x}{C_x}$$

a ponieważ pojemności są proporcjonalne do długości linii, wzór można przedstawić w równoważnej postaci

$$\frac{R}{R_1} = \frac{2l - x}{x}$$

skąd

$$x = 2l \frac{R_1}{R + R_1} \text{ [km]}$$

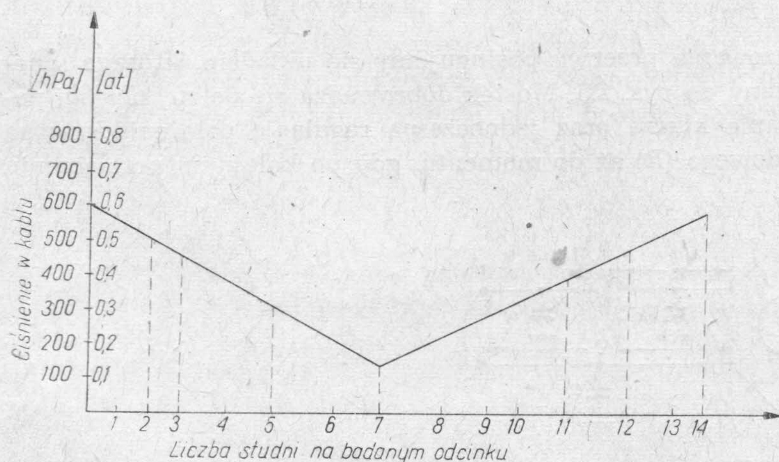
gdzie:

$x$ — odległość miejsca uszkodzenia od punktu pomiaru,
$l$ — długość całkowita linii,
$R$ — oporność odczytana z mostka,
$R_1$ — oporność stała.

Uszkodzenie elektryczne toru telekomunikacyjnego może być lokalizowane również metodami impulsowymi.

### Uszkodzenie powłoki kabla

Lokalizację uszkodzenia kabla miejscowego będącego pod kontrolą ciśnieniową, przeprowadza się metodami ciśnieniowymi. Do najpopularniejszych i najprostszych metod lokalizacji miejsca uszkodzenia powłoki kabla należy metoda wykreślna.




Rys. 2-6. Wykreślna metoda lokalizowania nieszczelności powłoki

W celu określenia miejsca uszkodzenia powłoki kabla w przynajmniej sześciu złączach badanego odcinka kabla należy wlutować wentyle (po trzy z każdej strony) w pewnych dowolnych odległościach od siebie. Po napompowaniu badanego odcinka kabla do określonego ciśnienia należy wykonać pomiar ciśnienia w sześciu (lub więcej) punktach i na podstawie uzyskanych wyników wykreślić proste spadków ciśnienia. Punkt przecięcia się tych prostych wyznacza położenie miejsca uszkodzenia powłoki kabla (rys. 2-6).

## 2.3. Podstawowe typy zadań montażowych

### 2.3.1. Rodzaje złączy kablowych

Montaż kabli telekomunikacyjnych polega na łączeniu sąsiadujących ze sobą odcinków kabla tego samego lub różnych typów. Dokonuje się tego albo w studniach kablowych, gdy montowane kable są nieopancerzone i prowadzone w kanalizacji, albo też w dołach monterskich, gdy są to kable ziemne, pancerzone. Miejsce połączenia sąsiadujących ze sobą odcinków kabla nazywamy *złączem kablowym*.

Złącze kablowe ma za zadanie odpowiednie połączenie ośrodków kabla w sposób zapewniający zachowanie wymaganych parametrów elektrycznych torów przesyłowych oraz połączenie powłok i odzieży kabla w taki sposób, aby własności mechaniczne i antykorozyjne otrzymanego złącza nie były gorsze od własności poszczególnych odcinków łączonych kabli.

Z punktu widzenia sposobu wykonania oraz położenia w sieci telekomunikacyjnej rozróżniamy następujące rodzaje złączy kablowych:
— przelotowe,
— odgałęźne,
— rozdzielcze.

Złącza p r z e l o t o w e są to złącza łączące dwa odcinki kabla o takiej samej liczbie wiązek. Występują one najliczniej w sieci kablowej.

Złącza o d g a ł ę ź n e są to złącza, w których od kabla o większej liczbie wiązek są odgałęzione dwa lub więcej kabli o mniejszej liczbie czwórek.

Złącza r o z d z i e l c z e są to złącza, w których telefoniczny kabel miejscowy jest połączony z kilkoma kablami zakończeniowymi. Złącza te znajdują się w tzw. *komorach kablowych* (specjalne pomieszczenie w budynku centrali) lub w studniach podszafkowych.

Przyjmując za kryterium podziału sposób połączenia żył ośrodka kabla, rozróżniamy złącza:
— proste,
— krzyżowane,
— równoległe.

Złącza p r o s t e są to złącza, w których wiązki łączone są ze sobą kolejno, zgodnie z profilem danego kabla (tzn. „na wprost").

Złącza k r z y ż o w a n e są to złącza, w których żyły w parach i pary w poszczególnych czwórkach są łączone zgodnie ze specjalnie opracowaną *tablicą krzyżowania*, co ma na celu zmniejszenie sprzężeń pojemnościowych torów.

Złącza r ó w n o l e g ł e są to złącza, w których kabel wchodzący do złącza jest połączony z dwoma kablami wychodzącymi, przy czym liczba wiązek we wszystkich trzech kablach jest jednakowa.

Oprócz tego, można dokonać klasyfikacji złączy biorąc pod uwagę rodzaj elementów włączanych w tory; mamy wówczas złącza:
— pupinizacyjne,
— kondensatorowe,
— wydłużające.

Złącza p u p i n i z a c y j n e są to złącza, w których włączane są zespoły cewek pupinizacyjnych w celu zmniejszenia tłumienności torów; najczęściej są one wykonywane jako złącza skrzyniowe.

Złącza k o n d e n s a t o r o w e są to złącza, w których między żyły włączone są kondensatory wyrównujące, mające za zadanie zmniejszenie asymetrii pojemnościowej w kablu.

Złącza w y d ł u ż a j ą c e są to złącza, w których znajdują się elementy *RC* włączane w tor w celu powiększenia parametrów elektrycznych danego odcinka linii, a co za tym idzie — elektrycznego wydłużenia toru. Złącza te są wykonywane wyłącznie jako złącza skrzyniowe.

### 2.3.2. Zasady montażu przegród gazoszczelnych

Przegrody gazoszczelne wykonuje się jako zakończenie odcinków ciśnieniowych w systemie ciśnieniowej kontroli szczelności metalowych powłok kabli telekomunikacyjnych o żyłach w izolacji papierowej, styrofleksowej lub polietylenowej oraz w systemie ciśnieniowej kontroli szczelności wykonanych z tworzyw termoplastycznych powłok kabli o żyłach w izolacji również z tworzyw termoplastycznych.

Rozróżniamy trzy rodzaje przegród gazoszczelnych:
a) przegroda gazoszczelna bezosłonowa (PGB); jest ona wykonywana bez zdejmowania powłoki kabla i bez powiększania jego przekroju poprzecznego,
b) przegroda gazoszczelna osłonowa (PGO) — wykonywana we wnętrzu osłony specjalnie nałożonej w miejscu, w którym został zdjęty odcinek powłoki kabla,
c) przegroda gazoszczelna złączowa (PGZ) — wykonywana we wnętrzu osłony złącza kablowego.

Przegrody bezosłonowe stosuje się w przypadku kabli miejscowych o izolacji żył papierowej, jak również dalekosiężnych kabli z żyłami

o izolacji papierowo-powietrznej, nie zawierających wiązek ekranowanych i szczelnych obwojów warstwowych. Wykonuje się je metodą ciśnieniową (wtryskową).

Przegrody osłonowe stosuje się wówczas, gdy izolacja żył i powłoka kabla są wykonane z tworzyw termoplastycznych oraz w przypadku kabla o żyłach w izolacji polistyrenowo-powietrznej z wiązkami ekranowanymi lub ze szczelnymi obwojami warstwowymi.

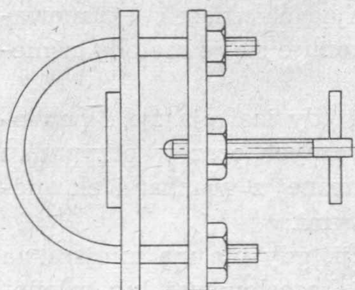
Przegrody złączowe stosuje się w sytuacji, gdy nie ma miejsca na wykonanie oddzielnej przegrody gazoszczelnej bezosłonowej lub osłonowej. Miejscem usytuowania przegrody złączowej może być tylko złącze przelotowe.

Przegrody gazoszczelne osłonowe i bezosłonowe wykonuje się albo w studni kanalizacji kablowej, albo w komorze kablowej, albo też w ziemi — w sposób zgodny z wymaganiami dotyczącymi złączy kablowych (norma BN 77/8984). Odległość przegrody gazoszczelnej od najbliższego złącza lub innego urządzenia (np. regeneratora czy zasobnika wzmacniakowego) zainstalowanego w tym samym kablu nie może być mniejsza niż 0,5 m. Należy unikać wykonywania przegród gazoszczelnych w pobliżu źródeł ciepła, które mogłyby powodować nagrzewanie się kabla do temperatury przekraczającej 30°C.

Przegrody gazoszczelne powinny być w zasadzie wykonywane na prostych odcinkach kabla, ale w uzasadnionych przypadkach dopuszcza się wykonywanie przegród bezosłonowych na łuku.

**Przegrody gazoszczelne typu PGB**

Przegrody tego rodzaju wykonuje się wyłącznie w przypadku kabli w powłoce ołowianej i o izolacji żył papierowej (lub papierowo-powietrznej). Montaż takiej przegrody polega na wprowadzeniu żywicy epoksydowej do ośrodka kabla metodą wtryskową. Przed rozpoczęciem wykonywania przegrody należy przygotować potrzebne materiały i narzędzia oraz postawić namiot osłaniający miejsce pracy. W przypadku pracy w studni kablowej — trzeba ją przedtem dokładnie przewietrzyć. Powłokę ołowianą kabla w miejscu, w którym ma być wykonana przegroda należy starannie oczyścić najpierw szmatą, a następnie szczotką drucianą. Jeśli powłoka jest zanieszyszczona smarem, należy ją uprzednio przemyć rozpuszczalnikiem. Następnie należy wyznaczyć miejsce na otwór (potrzebny do wtryśnięcia mieszaniny żywicy z utwardzaczem) i po obu jego stronach w odległości równej mniej więcej 1,5 średnicy kabla wykonać rowki za pomocą przyrządu pokazanego na rys. 2-7. Miejsca na powłoce, w których mają być wykonane rowki, trzeba uprzednio posmarować cienką warstwą towotu. Potem wspomniany przyrząd należy założyć na kabel i śrubą mocno docisnąć do powłoki. Rowek wykonuje się — powoli obracając przyrząd — na całym obwodzie powłoki kabla. Dociskając śrubę



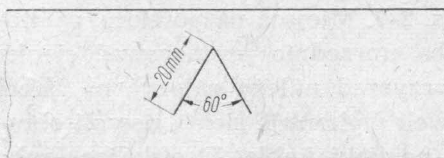
Rys. 2-7
Przyrząd do wykonywania rowka na kablu

coraz mocniej, czynność tę należy powtórzyć kilkakrotnie, tak aby rowek miał odpowiednią głębokość (podaną w tablicy 2.1). Gdy przegrodę wykonuje się na kablu z żyłami o izolacji papierowo-powietrznej, należy wykonać po obydwu stronach otworu wtryskowego po dwa rowki — oddalone od siebie o około 3 cm.

**Wymiary stosowanych przegród typu PGB oraz ilość materiałów uszczelniających potrzebnych do ich wykonania** Tablica 2.1

| Średnica zewnętrzna kabla [mm] | Długość przegrody między rowkami [mm] | Głębokość rowka [mm] | Żywica epoksydowa | | Utwardzacz | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | objętość [cm³] | ciężar [g] | objętość [cm³] | ciężar [g] |
| 10 | 30 | | 7 | 8 | 0,7 | 0,8 |
| 15 | 45 | | 13 | 15 | 1,3 | 1,5 |
| 20 | 60 | 3 | 32 | 35 | 3,2 | 3,5 |
| 25 | 75 | | 60 | 65 | 6,0 | 6,5 |
| 30 | 90 | | 90 | 100 | 9,0 | 10,0 |
| 35 | 105 | | 135 | 150 | 13,5 | 15,0 |
| 40 | 120 | | 230 | 250 | 23,0 | 25,0 |
| 45 | 135 | | 340 | 370 | 34,0 | 37,0 |
| 50 | 150 | 4 | 460 | 500 | 46,0 | 50,0 |
| 55 | 165 | | 550 | 600 | 55,0 | 60,0 |
| 60 | 180 | | 720 | 800 | 70,0 | 80,0 |
| 65 | 195 | | 910 | 1000 | 90,0 | 100,0 |
| 70 | 210 | | 1200 | 1300 | 120,0 | 130,0 |
| 75 | 225 | 6 | 1450 | 1600 | 150,0 | 160,0 |
| 80 | 240 | | 1800 | 2000 | 180,0 | 200,0 |

Otwór wtryskowy wykonuje się nacinając nożem monterskim powłokę kabla w sposób pokazany na rys. 2-8. Nacięty kawałek powłoki należy odgiąć i powstały w ten sposób języczek odciąć, a z otworu usunąć ewentualne resztki ołowiu i warstwę papieru, pokrywającą ośrodek

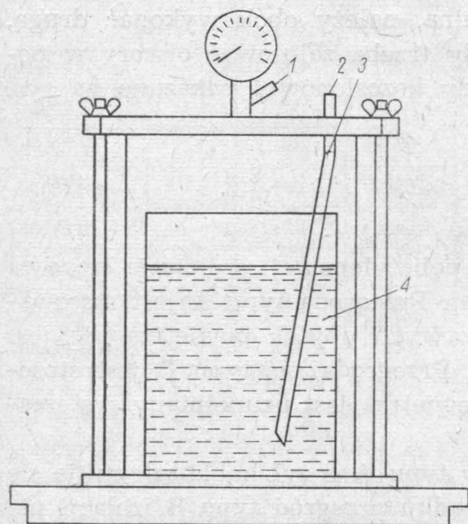



Rys. 2-8
Sposób nacinania powłoki ołowianej

kabla. Wsuniętym do wykonanego otworu prętem o średnicy 6 mm (z zaokrąglonym końcem) należy rozluźnić żyły kabla, aby ułatwić przenikanie żywicy do ośrodka. Otwór należy sklepać w taki sposób, aby zmniejszyć jego średnicę do około 0,5 cm i wokół niego przylutować dokładnie — tak, aby nie było żadnych szczelin — rurkę ołowianą (o średnicy zewnętrznej około 9 mm), na którą nasunięta jest rurka gumowa lub z tworzywa sztucznego, mocno skręcona cienkim drutem (chodzi o to, aby nie spadła ona w czasie wtryskiwania mieszaniny do wnętrza kabla).

Mając już tak przygotowany kabel, można przystąpić do wykonywania przegrody. Należy w tym celu przygotować odpowiednią ilość żywicy epoksydowej i utwardzacza (p. tablica 2.1), dobraną stosownie do średnicy kabla.

Mieszaninę żywicy z utwardzaczem należy przygotowywać w temperaturze co najmniej 5°C. Sporządza się ją wlewając wolno utwardzacz do pojemnika z żywicą i mieszając starannie czystym i suchym prętem w taki sposób, aby nie wprowadzić do mieszaniny pęcherzyków powietrza. Naczynie z mieszaniną należy wstawić do cylindra komory ciśnieniowej (rys. 2-9). Na rurkę przepustową znajdującą się wewnątrz komory ciśnieniowej należy nałożyć rurkę gumową lub polwinitową o takiej długości, aby dostawała ona do dna naczynia z mieszaniną żywicy epoksydowej z utwardzaczem.

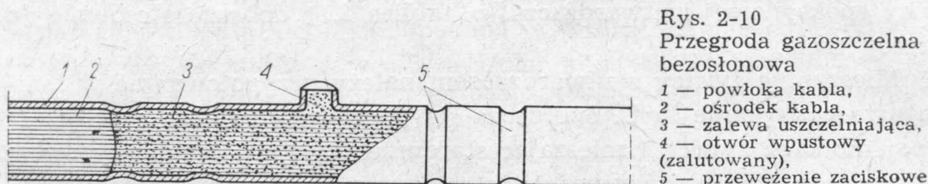



Rys. 2-9
Ogólny wygląd komory ciśnieniowej
1 — zawór,
2 — przepust zewnętrzny,
3 — przepust wewnętrzny,
4 — naczynie z żywicą epoksydową

Po zamknięciu komory ciśnieniowej na zewnętrzny koniec rurki przepustowej należy założyć rurkę polwinitową lub gumową przymocowaną do rurki ołowianej oraz wykonać w odległości 0,5 cm od naciętych na kablu rowków otwory (o średnicy 2 mm) — po jednym z każdej strony przegrody. Po podgrzaniu odcinka kabla ograniczonego wgłębieniami w powłoce do temperatury około 45°C (temperaturę tę należy utrzymać

do chwili zakończenia procesu wtryskiwania żywicy) można rozpocząć napełnianie przegrody. Przez wentyl za pomocą pompki samochodowej należy pompować powietrze do cylindra komory ciśnieniowej tak długo, aż uzyska się ciśnienie około 2 at. W tym czasie następuje przepływ żywicy z naczynia do przegrody. Gdyby ilość żywicy okazała się niewystarczająca do całkowitego wypełnienia przegrody, należy wziąć następne naczynie i omówione czynności powtórzyć.

Po napełnieniu przegrody należy zacisnąć rurkę przepływową specjalnym zaciskiem. Resztę kompozycji wlać do rurki ołowianej. Po 24 go-



Rys. 2-10
Przegroda gazoszczelna bezosłonowa
1 — powłoka kabla,
2 — ośrodek kabla,
3 — zalewa uszczelniająca,
4 — otwór wpustowy (zalutowany),
5 — przewężenie zaciskowe

dzinach — a gdyby temperatura otoczenia była niższa niż 15°C, to po 48 godzinach — sprawdzamy szczelność przegrody. Jeśli okazałoby się, że wykonana przegroda jest nieszczelna, należy obok wykonać drugą. Przed zbadaniem szczelności przegrody trzeba zalutować otwory w powłoce kabla. Ogólny wygląd przegrody bezosłonowej pokazano na rys. 2-10.

**Przegrody gazoszczelne typu PGO**

Na kablach o izolacji żył i powłoce polietylenowej wykonuje się dwa typy przegród z żywicy poliuretanowej. Przegroda typu A jest stosowana w przypadku kabli XTKMX, w których ubytek powietrza nie jest uzupełniany w sposób systematyczny. Przegroda zaś typu B jest stosowana w kablach, w których ubytek powietrza jest uzupełniany systematycznie z butli lub kompresora.

Podczas wykonywania przegrody typu A z żył kabla zdejmuje się częściowo izolację, natomiast w przypadku przegród typu B izolacji nie zdejmuje się.

Przed rozpoczęciem wykonywania przegrody gazoszczelnej należy przygotować odpowiednio miejsce pracy oraz umocować kabel tak, aby nie zmieniał on swojego położenia w czasie trwania robót. Następnie zdejmuje się powłokę na określonej dla danego typu kabla długości (p. tablica 2.2). W przypadku wykonywania przegrody typu A należy z każdej żyły zdjąć izolację na odcinku o długości około 10 mm, podgrzewając żyłę kolbą i usuwając izolację za pomocą pincety w taki sposób, aby pozbawione izolacji części sąsiednich żył nie leżały obok siebie. Gołą część żyły oraz kawałek jej izolacji odtłuszcza się denaturatem, a na-

stępnie pokrywa się klejem (roztwór kauczuku nitrylowego w metyloetyloketonie).

W przypadku przegrody typu B izolacji nie zdejmuje się; należy tylko żyłę odtłuścić denaturatem i pokryć ją następnie klejem. Później należy połączyć przerwaną zaporę przeciwwilgociową za pomocą łącznika i oczyścić część powłoki na odcinku 5 cm po obu stronach powierzchni, z której uprzednio została zdjęta powłoka, myjąc ją denaturatem; umyte powierzchnie należy następnie zeszczotkować, a w końcu opalić *) płomieniem palnika. Żyły należy rozsunąć, aby nie stykały się ze sobą. Następnie należy przygotować osłonę ołowianą o długości podanej w tablicy 2.2.

**Wymiary stosowanych przegród z żywicy poliuretanowej oraz ilość materiałów uszczelniających potrzebnych do ich wykonania** Tablica 2.2

| Liczba czwórek / maksymalna średnica kabla | Długość zdejmowanego odcinka powłoki [mm] | Długość osłony ołowianej [mm] | Średnica osłony ołowianej [mm] | Masa kompozycji poliuretanowej [g] | Rodzaj i ilość zestawów kompozycji żywicy poliuretanowej | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Nr 1 | Nr 2 | Nr 3 | Nr 4 |
| 5/14,9 | 120 | 240 | 30 | 200 | 2 | — | — | — |
| 10/18,9 | 130 | 280 | 40 | | | | | |
| 15/22,5 | 150 | 300 | 40 | 410 | 1 | — | 1 | — |
| 20/25,1 | 150 | 300 | 40 | | | | | |
| 25/27,5 | 180 | 330 | 50 | 670 | 1 | 1 | 1 | — |
| 30/30,0 | 190 | 340 | 50 | | | | | |
| 50/37,1 | 210 | 360 | 60 | 1040 | — | — | — | 2 |
| 100/34,3 | 270 | 390 | 70 | 1450 | 1 | — | 1 | 2 |
| 100/50,6 | 270 | 390 | 80 | 1870 | — | — | 1 | 3 |

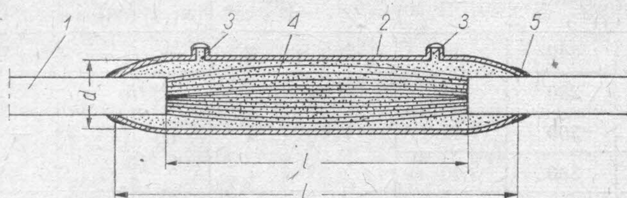
Jedną z krawędzi szwu osłony należy wygiąć na zewnątrz na długości około 120 mm w taki sposób, aby po nałożeniu osłony powstała szpara o szerokości około 10 mm. Następnie wnętrze osłony trzeba odtłuścić denaturatem i nałożyć osłonę tak, aby jej części wystające poza zdegradowaną część powłoki kabla były z obu stron jednakowe. Potem zacisnąć osłonę do tego stopnia, aby krawędzie szwu na jej końcach zetknęły się ze sobą; końce osłony przewiązać drutem, zaklepując go aż do zetknięcia się z powłoką kabla, a następnie uszczelnić plasteliną lub kitem.

Po stwierdzeniu, że żyły wewnątrz osłony są rozłożone równomiernie można przystąpić do zalewania przegrody. W tym celu należy przygotować odpowiednie ilości składników kompozycji (p. tablica 2.2). Na-

*) Cały ten proces potocznie nazywa się *degradacją;* osiąga się w ten sposób zmianę struktury powierzchniowej polietylenowej powłoki.

stępnie należy wlać utwardzacz do pojemnika z żywicą, zakręcić pojemnik i energicznie potrząsać nim w celu dokładnego wymieszania jego zawartości. Po około minucie, gdy stanie się wyczuwalne, że pojemnik się lekko nagrzał, należy wlać kompozycję przez szparę w osłonie. Osłonę należy napełniać możliwie szybko, aby nie dopuścić do utwardzenia się żywicy w trakcie tej czynności. Po utwardzeniu mieszaniny (co trwa około 30 minut) odwinięty brzeg osłony należy zaklepać. Gdy temperatura otoczenia jest ujemna, żywicę poliuretanową i utwardzacz należy przed wymieszaniem podgrzać w wodzie o temperaturze około 20°C, a osłonę również lekko podgrzać palnikiem do tej samej temperatury (lekko wyczuwalne ciepło przy dotknięciu). Ogólny wygląd gotowej przegrody typu PGO pokazano na rys. 2-11.

Przegrody gazoszczelne typu PGO można wykonywać także stosując spienioną żywicę poliuretanową; wykonuje się je w przypadku kabli, w których żyły ośrodka są izolowane wyłącznie tworzywami termoplastycznymi.




Rys. 2-11
Przegroda gazoszczelna osłonowa
*l* — długość odcinka, na którym należy zdjąć powłokę,
*L* — długość osłony ołowianej,
1 — powłoka kabla,
2 — osłona,
3 — otwory wpustowe (zalutowane),
4 — zalewa uszczelniająca,
5 — spoiwo cynowo-ołowiane

**Parametry konstrukcyjne przegrody z żywicy spienionej wykonywanej na kablach XTKMX o różnych żyłach** Tablica 2.3

| Liczba czwórek | Długość zdejmowanego odcinka powłoki [mm] | Długość degradowanego odcinka powłoki [mm] | Średnica ośrodka po rozluźnieniu [mm] | Grubość pierścienia centrującego [mm] | Średnica wewnętrzna osłony [mm] | Długość wewnętrzna osłony [mm] | Rodzaj i ilość zestawów kompozycji PU | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Nr 1 | Nr 2 | Nr 3 | Nr 4 |
| | | | | Żyły 0,4 mm | | | | | | |
| 5 i 10 | 160 | 50 | 14 | 8 | 30 | 280 | 1 | — | — | — |
| 15 | 160 | 50 | 20 | 10 | 40 | 280 | — | 1 | — | — |
| 25 | 160 | 50 | 20 | 10 | 40 | 280 | — | 1 | — | — |
| 35 | 160 | 50 | 20 | 10 | 40 | 280 | — | 1 | — | — |
| 50 | 180 | 60 | 30 | 10 | 50 | 320 | — | 2 | — | — |
| 100 | 220 | 60 | 35 | 10 | 55 | 360 | — | 1 | 1 | — |
| 150 | 270 | 60 | 50 | 10 | 70 | 420 | — | 1 | — | 1 |
| 200 | 290 | 60 | 60 | 10 | 80 | 440 | — | 3 | — | 1 |
| 250 | 300 | 60 | 60 | 10 | 90 | 450 | — | 1 | — | 2 |
| 400 | 340 | 60 | 70 | 10 | 90 | 490 | — | — | 1 | 2 |
| 500 | 360 | 65 | 76 | 12 | 100 | 520 | 1 | — | — | 3 |
| 750 | 400 | 65 | 86 | 12 | 110 | 560 | 1 | — | — | 4 |
| 1000 | 420 | 70 | 102 | 14 | 130 | 590 | 1 | — | — | 6 |

| Liczba czwórek | Długość zdejmowanego odcinka powłoki [mm] | Długość degradowanego odcinka powłoki [mm] | Średnica ośrodka po rozluźnieniu [mm] | Grubość pierścienia centrującego [mm] | Średnica wewnętrzna osłony [mm] | Długość wewnętrzna osłony [mm] | Rodzaj i ilość zestawów kompozycji PU | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Nr 1 | Nr 2 | Nr 3 | Nr 4 |
| **Żyły 0,5 mm** | | | | | | | | | | |
| 5 i 10 | 160 | 50 | 14 | 8 | 30 | 280 | 1 | — | — | — |
| 15 | 160 | 50 | 20 | 10 | 40 | 280 | — | 1 | — | — |
| 25 | 160 | 50 | 20 | 10 | 40 | 280 | — | 1 | — | — |
| 35 | 180 | 50 | 30 | 10 | 50 | 300 | — | — | 1 | — |
| 50 | 180 | 55 | 35 | 10 | 55 | 310 | 1 | — | 1 | — |
| 100 | 240 | 60 | 50 | 10 | 70 | 380 | — | 1 | 2 | — |
| 150 | 300 | 60 | 60 | 10 | 80 | 450 | — | 3 | — | 1 |
| 200 | 330 | 60 | 70 | 10 | 90 | 480 | — | — | 1 | 2 |
| 250 | 340 | 60 | 70 | 10 | 90 | 490 | — | — | 1 | 2 |
| 400 | 360 | 65 | 76 | 12 | 100 | 520 | 1 | — | — | 3 |
| 500 | 400 | 70 | 86 | 12 | 110 | 570 | 1 | — | — | 4 |
| **Żyły 0,6 mm** | | | | | | | | | | |
| 5 | 160 | 50 | 14 | 8 | 30 | 280 | 1 | — | — | — |
| 10 | 160 | 50 | 20 | 10 | 40 | 280 | — | 1 | — | — |
| 15 | 160 | 50 | 20 | 10 | 40 | 280 | — | 1 | — | — |
| 25 | 180 | 50 | 30 | 10 | 50 | 300 | — | — | 1 | — |
| 35 | 180 | 50 | 35 | 10 | 55 | 300 | 1 | — | 1 | — |
| 50 | 220 | 55 | 35 | 10 | 55 | 350 | 1 | — | 1 | — |
| 100 | 280 | 60 | 50 | 10 | 70 | 430 | 2 | — | — | 1 |
| 150 | 320 | 60 | 60 | 10 | 80 | 470 | — | — | 2 | 1 |
| 200 | 360 | 60 | 70 | 10 | 90 | 510 | 3 | — | — | 2 |
| 250 | 370 | 65 | 80 | 10 | 100 | 530 | — | 1 | — | 3 |
| 400 | 400 | 65 | 96 | 12 | 120 | 560 | — | — | — | 5 |
| 500 | 420 | 70 | 102 | 14 | 130 | 590 | 1 | — | — | 6 |
| **Żyły 0,8 mm** | | | | | | | | | | |
| 5 | 160 | 50 | 20 | 10 | 40 | 280 | — | 1 | — | — |
| 10 | 160 | 50 | 20 | 10 | 40 | 280 | — | 1 | — | — |
| 15 | 180 | 50 | 30 | 10 | 50 | 300 | — | — | 1 | — |
| 25 | 200 | 50 | 35 | 10 | 55 | 320 | 1 | — | 1 | — |
| 35 | 220 | 55 | 50 | 10 | 70 | 350 | 1 | — | 2 | — |
| 50 | 240 | 55 | 50 | 10 | 70 | 370 | — | 1 | 2 | — |
| 100 | 320 | 60 | 60 | 10 | 80 | 470 | — | — | 2 | 1 |
| 150 | 370 | 60 | 80 | 10 | 100 | 520 | — | — | — | 3 |
| 200 | 400 | 65 | 96 | 12 | 120 | 560 | 1 | — | — | 5 |
| 250 400 | 400 | 65 | 96 | 12 | 120 | 560 | — | — | — | 5 |

Kabel należy ułożyć luźno w położeniu poziomym, po czym oczyścić powierzchnię jego powłoki. Odmierzyć wzdłuż osi odcinek, na którym będzie zdjęta powłoka i zaznaczyć wewnętrzną długość osłony ołowianej (p. tablica 2.3, 2.4 lub 2.5 — w zależności od typu kabla). Potem przygotować odcinek rury ołowianej o długości o około 15% większej niż

**Parametry konstrukcyjne przegrody z żywicy spienionej wykonywanej na liczbach AlTKDXpx o różnych żyłach**

Tablica 2.4

| Liczba wiązek | Długość zdejmowanego odcinka powłoki PE w przypadku osłony: lutowanej/nielutowanej [mm] | Długość zdejmowanego odcinka płaszcza powłoki aluminiowej [mm] | Średnica ośrodka po rozluźnieniu [mm] | Grubość pierścienia centrującego [mm] | Średnica wewnętrzna [mm] | Długość wewnętrzna [mm] | Rodzaj i ilość zestawów kompozycji PU | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Nr 1 | Nr 2 | Nr 3 | Nr 4 |
| | | | | Żyły 0,8 mm | | | | | | |
| 24×2 | 670/550 | 300 | 60 | 10 | 80 | 430 | — | 1 | 1 | 1 |
| 48×2 | 750/630 | 380 | 86 | 12 | 110 | 510 | — | — | 2 | 3 |
| 84×2 | 800/680 | 420 | 102 | 14 | 130 | 560 | — | — | 2 | 5 |
| | | | | Żyły 0,9 mm | | | | | | |
| 7×4 | 460/360 | 180 | 30 | 10 | 50 | 260 | — | — | 1 | — |
| 14×4 | 520/420 | 220 | 35 | 10 | 55 | 320 | 1 | — | 1 | — |
| 19×4 | 580/460 | 240 | 50 | 10 | 70 | 340 | 1 | — | 2 | — |
| 28×4 | 630/510 | 270 | 50 | 10 | 70 | 390 | 1 | — | — | 1 |
| 37×4 | 650/530 | 290 | 60 | 10 | 80 | 410 | 1 | — | 1 | 1 |
| 48×4 | 670/550 | 300 | 60 | 10 | 80 | 430 | — | 1 | 1 | 1 |
| 61×4 | 700/580 | 330 | 66 | 12 | 90 | 460 | — | 1 | — | 2 |
| 75×4 | 720/600 | 350 | 76 | 12 | 100 | 480 | — | — | 2 | 2 |
| 91×4 | 740/620 | 360 | 76 | 12 | 100 | 500 | — | — | — | 3 |
| | | | | Żyły 1,2 mm | | | | | | |
| 7×4 | 480/380 | 200 | 35 | 10 | 55 | 280 | — | 2 | — | — |
| 14×4 | 580/460 | 240 | 50 | 10 | 70 | 340 | 1 | — | 2 | — |
| 19×4 | 580/460 | 240 | 50 | 10 | 70 | 340 | 1 | — | — | 1 |
| 28×4 | 650/530 | 290 | 60 | 10 | 80 | 410 | 1 | — | 1 | 1 |
| 37×4 | 660/540 | 300 | 60 | 10 | 80 | 420 | 1 | — | 1 | 1 |
| 48×4 | 700/580 | 330 | 70 | 10 | 90 | 460 | — | 1 | — | 2 |
| 61×4 | 730/610 | 360 | 80 | 10 | 100 | 480 | — | — | — | 3 |
| 75×4 | 750/630 | 380 | 86 | 12 | 110 | 510 | — | — | 2 | 3 |
| 91×4 | 780/660 | 400 | 96 | 12 | 120 | 540 | — | — | 2 | 4 |

podana w wymienionych tablicach, a następnie rozciąć go wzdłużnie i rozchylić. Jedną z krawędzi osłony należy ponacinać poprzecznie, a nacięte kawałki poodginać w taki sposób, aby powstały otwory wlewowe o szerokości około 20 mm i długości około 50 mm. Po obu stronach powierzchni, na której ma być zdjęta powłoka, należy zaznaczyć odcinek do zdegradowania, a następnie owinąć kabel taśmami ognioodpornymi nieco poza wyznaczonymi do degradacji miejscami. Powierzchnię należy degradować w sposób podany uprzednio podczas omawiania przegród z żywicy poliuretanowej niespienionej.

Po ostygnięciu zdegradowanej powłoki należy owinąć ją czystym i suchym papierem oraz usunąć taśmę ognioodporną. Powłokę kabli

**Parametry konstrukcyjne przegrody z żywicy spienionej wykonywanej na kablach w powłokach stalowych o różnych żyłach** Tablica 2.5

| Liczba czwórek | Długość zdejmowanego odcinka powłoki PE, gdy osłona lutowana/nielutowana [mm] | Długość zdejmowanego odcinka powłoki stalowej [mm] | Średnica ośrodka po rozluźnieniu [mm] | Grubość pierścienia centrującego [mm] | Średnica wewnętrzna osłony [mm] | Długość wewnętrzna osłony [mm] | Rodzaj i ilość zestawów kompozycji PU | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Nr 1 | Nr 2 | Nr 3 | Nr 4 |
| | | | | Żyły 0,4 mm | | | | | | |
| 5 | 440/540 | 160 | 14 | 8 | 30 | 240 | 1 | — | — | — |
| 10 | 440/340 | 160 | 20 | 10 | 40 | 240 | — | 1 | — | — |
| 15 | 440/340 | 160 | 20 | 10 | 40 | 240 | — | 1 | — | — |
| 25 | 440/340 | 160 | 20 | 10 | 40 | 240 | — | 1 | — | — |
| 35 | 480/380 | 180 | 30 | 10 | 50 | 280 | — | — | 1 | — |
| 50 | 480/380 | 180 | 30 | 10 | 50 | 280 | — | — | 1 | — |
| 100 | 540/440 | 180 | 35 | 10 | 55 | 340 | 1 | — | 1 | — |
| | | | | Żyły 0,5 mm | | | | | | |
| 5 | 440/340 | 160 | 14 | 8 | 30 | 240 | 1 | — | — | — |
| 10 | 440/340 | 160 | 20 | 10 | 40 | 240 | — | 1 | — | — |
| 15 | 440/340 | 160 | 20 | 10 | 40 | 240 | — | 1 | — | — |
| 25 | 480/380 | 180 | 30 | 10 | 50 | 280 | — | — | 1 | — |
| 35 | 500/400 | 180 | 30 | 10 | 50 | 280 | — | — | 1 | — |
| 50 | 540/440 | 200 | 30 | 10 | 50 | 320 | 1 | — | 1 | — |
| | | | | Żyły 0,6 mm | | | | | | |
| 5 | 440/340 | 160 | 20 | 10 | 40 | 240 | — | 1 | — | — |
| 10 | 440/340 | 160 | 20 | 10 | 40 | 240 | — | 1 | — | — |
| 15 | 440/340 | 160 | 20 | 10 | 40 | 240 | — | 1 | — | — |
| 25 | 480/380 | 180 | 30 | 10 | 50 | 280 | — | — | 1 | — |
| 35 | 500/400 | 200 | 30 | 10 | 50 | 300 | — | — | 1 | — |
| 50 | 540/440 | 220 | 35 | 10 | 55 | 340 | 1 | — | 1 | — |
| | | | | Żyły 0,8 mm | | | | | | |
| 10 | 480/380 | 180 | 20 | 10 | 40 | 280 | — | 1 | — | — |
| 15 | 480/380 | 180 | 30 | 10 | 50 | 280 | — | — | 1 | — |
| 25 | 540/440 | 220 | 35 | 10 | 55 | 340 | 1 | — | 1 | — |
| 35 | 540/440 | 220 | 46 | 12 | 70 | 340 | — | — | — | 1 |

w pewnej odległości od miejsc zdegradowanych należy owinąć na długości około 60 mm warstwą gumy butylowej o grubości około 3 mm. Następnie usunąć na uprzednio oznaczonym odcinku — pomiędzy zabezpieczonymi częściami — powłokę polietylenową wraz z barierą przeciwwilgociową oraz taśmy z estrofolu umieszczone na ośrodku kabla. Potem należy rozluźnić wiązki i żyły; w tym celu należy przyciągnąć do siebie krawędzie powłok, po czym unieruchamiając jeden koniec kabla, drugi lekko przekręcić w kierunku przeciwnym do kierunku skrętu ośrodka. Z kolei trzeba połączyć ekrany za pomocą łącznika. Usunąć papier

z miejsc zdegradowanych i suszyć ośrodek przez około 15 minut powietrzem nagrzanym do temperatury 50÷60°C. W połowie długości przegrody nawinąć bez naciągu zwoje siatki z tworzywa sztucznego (polietylenu lub polwinitu). Gdy długość obnażonego ośrodka kabla jest większa niż 300 mm, należy wykonać dwa (umieszczone w pewnej odległości od siebie) pierścienie centrujące z siatki. Następnie należy nałożyć rozchyloną osłonę ołowianą na ośrodek przegrody szwem do góry i docisnąć do siebie brzegi przecięcia osłony. Brzegi osłony ołowianej sklepać tak, aby dotykały podkładu z gumy butylowej. Zalutować krawędzie styku osłony, pozostawiając otwory wlewowe. Uszczelnić zewnętrzne części gardeł osłony warstwami gumy butylowej nawiniętej z naciągiem aż do uzyskania powierzchni stożkowej i nawinąć na nie ciasno (z zakładką) obwoje z gęstego bandaża.

Następnie przygotować naczynia z żywicą poliuretanową i utwardzaczem (p. tablice 2.3, 2.4, 2.5), wlać utwardzacz do żywicy i mieszać kompozycję prętem szklanym (lub z tworzywa sztucznego) nie dłużej niż 70 sekund. Wlać mieszaninę do wnętrza przegrody przez otwory wlewowe. Wlewanie nie powinno trwać dłużej niż minutę. Następnie zamknąć i uszczelnić otwory wlewowe taśmami przylepnymi. Czas zamykania i uszczelniania otworów wlewowych również nie powinien przekraczać minuty. Przegrodę zabezpieczyć podobnie, jak złącze przelotowe kabla XTKMX.

Jeśli przegroda okaże się nieszczelna, należy ją zdemontować i zbudować w tym samym miejscu nową, zwracając uwagę, aby opisane czynności były wykonywane dokładniej. W celu zdemontowania przegrody należy rozlutować ołowianą osłonę, rozchylić szew, zdjąć osłonę z przegrody, wykruszyć piankę poliuretanową z żył oraz usunąć ją z powłoki kabla i osłony. Ośrodek należy wysuszyć, po czym przystąpić do montażu nowej przegrody w sposób uprzednio opisany.

W przypadku kabli o powłokach aluminiowych (typu AlTKDXpx) montaż przegrody gazoszczelnej należy rozpocząć od dokładnego oczyszczenia powłoki z zalewy bitumicznej, znajdującej się pod osłoną antykorozyjną. Ołowianą osłonę przegrody przylutowuje się do powłoki (zamiast uszczelniać ją gumą butylową). W tym celu należy powłokę pobielić spoiwem LG 4 w odpowiednim miejscu, w którym potem ołowiana osłona będzie przylutowana.

W przypadku kabli pancerzonych przed rozpoczęciem montowania przegrody gazoszczelnej należy usunąć pancerz, wytopić zalewę bitumiczną za pomocą lampy benzynowej i dokładnie oczyścić powłokę ligniną lub bawełnianą szmatą z resztek zalewy, a dalej postępować w opisany już sposób.

## 2.4. Metody korygowania jakości torów

### 2.4.1. Alokacja kabli

Poszczególne odcinki fabrykacyjne kabli mają nieco różniące się parametry jednostkowe. Dlatego też w dążeniu do uzyskania możliwie najkorzystniejszych parametrów linii kablowej konieczne jest rozmieszczanie odcinków fabrykacyjnych kabli mających utworzyć konkretny odcinek wzmacniakowy w odpowiednio dobranej (na podstawie pomiarów) kolejności. Kryterium tego doboru stanowi pojemność skuteczna kabla. Należy mianowicie zapewnić, aby różnice w pojemności skutecznej sąsiadujących ze sobą odcinków kabla były jak najmniejsze, co warunkuje równomierny przebieg charakterystyki impedancji falowej łączonych torów. Równomierność impedancji decyduje w dużej mierze o jakości torów kablowych, ponieważ nawet niewielkie wahania jej wartości wywołują odbicia i stwarzają dodatkowe możliwości powstania przesłuchu.

Wahania wartości impedancji falowej są wywołane niejednorodnością materiałów użytych do wyrobu kabli oraz nierównomiernością struktury geometrycznej wyprodukowanych kabli, co jest związane z niedoskonałością procesów technologicznych. Wpływ tych czynników na jakość toru można zmniejszyć poprzez właściwe rozmieszczenie odcinków fabrykacyjnych kabli na trasie linii.

Ustalanie odpowiedniej kolejności ułożenia odcinków kabla — dokonywane zawsze dla całego odcinka wzmacniakowego — nosi nazwę alokacji. Kable użyte do utworzenia danego odcinka wzmacniakowego powinny pochodzić z jednej fabryki i być produkowane z zastosowaniem tej samej technologii.

Generalnie rzecz biorąc, istota alokacji zawiera się w tym, że odcinki fabrykacyjne o największej wartości impedancji falowej lub pojemności skutecznej umieszcza się w pobliżu środka odcinka wzmacniakowego, a o najmniejszej — przy końcach tego odcinka; wówczas bowiem wartość przeniku zbliżnego będzie najmniejsza. Podstawą do tego zabiegu są wyniki pomiarów fabrycznych kabli.

Przeprowadzając alokację kabli symetrycznych przeznaczonych dla telefonii naturalnej, należy brać pod uwagę wartość średnią pojemności torów w poszczególnych grupach wiązek, stanowiących odrębne grupy eksploatacyjne. Mogą się one różnić między sobą średnicą żył, kierunkiem transmisji czy też systemem pupinizacji.

Alokację kabli symetrycznych dla systemu nośnego 12- i 24-krotnego przeprowadza się na podstawie średnich wartości pojemności wszystkich torów poszczególnych odcinków fabrykacyjnych. Odcinki fabrykacyjne kabli dzieli się pod względem pojemności skutecznej na 8 grup,

które przy wymaganej znamionowej pojemności skutecznej toru 26,5 nF/km szereguje się następująco:

| | |
|---|---|
| grupa I | 25,50 ÷ 25,75 |
| grupa II | 25,76 ÷ 26,00 |
| grupa III | 26,01 ÷ 26,25 |
| grupa IV | 26,26 ÷ 26,50 |
| grupa V | 26,51 ÷ 26,75 |
| grupa VI | 26,76 ÷ 27,00 |
| grupa VII | 27,01 ÷ 27,25 |
| grupa VIII | 27,26 ÷ 27,50 |

Rozmieszczając następnie na trasie kablowej odcinki fabrykacyjne kabla należy przestrzegać zasady, aby jak najwięcej odcinków należących do tej samej grupy (lub co najwyżej z grup sąsiednich) znalazło się obok siebie, a odcinki należące do grupy VII i VIII były umieszczone w środku odcinka wzmacniakowego.

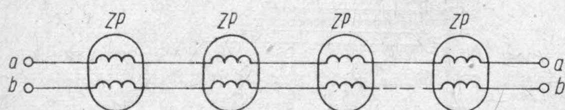
Podczas alokacji kabli zawierających jednocześnie tory dla systemu naturalnego oraz nośnego należy starać się uwzględniać wymagania dotyczące obydwu systemów. Jeśli jednak nie jest to możliwe, należy dążyć do spełnienia przede wszystkim zaleceń związanych z systemem nośnym.

Alokację kabli symetrycznych przeznaczonych dla systemu 60- i 120-krotnego przeprowadza się na podstawie wyników pomiaru impedancji falowej par. Należy przy tym zwrócić uwagę, aby różnica w impedancji falowej torów sąsiadujących ze sobą odcinków fabrykacyjnych nie przekraczała 1% (z wyjątkiem środka odcinka wzmacniakowego, gdzie dopuszcza się przekroczenie tej wartości) oraz aby impedancja falowa torów w odcinkach fabrykacyjnych położonych w pobliżu końców odcinka wzmacniakowego była równa wymaganej impedancji znamionowej tego odcinka.

W przypadku kabli współosiowych wymagania uwzględniane przy alokacji sprowadzają się do zapewnienia jednostajnego przebiegu (zarówno w odcinkach fabrykacyjnych, jak i w złączach) impedancji falowej torów w funkcji częstotliwości. W związku z tym dąży się do jak najlepszego dopasowania miejscowej impedancji falowej na końcach łączonych par, aby zminimalizować w tych miejscach odbicia. Na podstawie wyników pomiarów fabrycznych w taki sposób dobiera się kolejność łączonych odcinków kabla, aby na początku i końcu całego odcinka wzmacniakowego impedancja wejściowa torów była jak najbliższa wartości 75Ω. Wartość ta dotyczy torów współosiowych normalnowymiarowych przy sygnałach o częstotliwości 2,5 MHz oraz torów małowymiarowych — przy sygnałach o częstotliwości 1 MHz. Alokacja powinna zapewnić spełnienie warunku, aby współczynnik odbicia łączonych ze sobą par w żadnym złączu nie przekraczał 0,4%.

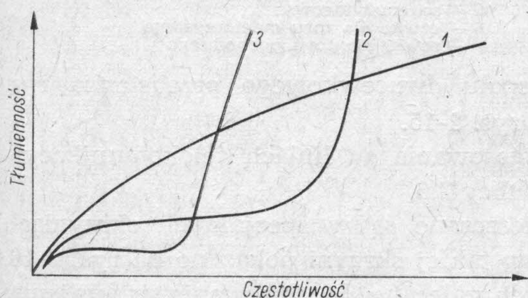
## 2.4.2. Pupinizacja torów kablowych

Analizując tłumienność jednostkową toru telekomunikacyjnego można stwierdzić, że wartość tego parametru możemy zmniejszyć przez szeregowe wtrącanie w tor ściśle określonej indukcyjności. Indukcyjność tę wtrącamy w różnych punktach toru, oddalonych od siebie zawsze o taki sam odcinek, zwany *skokiem pupinizacji* lub *odcinkiem pupinizacyjnym*. Metodę zmniejszania tłumienności toru za pomocą wtrącanych w tor cewek indukcyjnych nazywamy *pupinizacją*. Na rysunku 2-12 została przedstawiona zasada pupinizowania toru macierzystego.




Rys. 2-12
Zasada pupinizacji toru macierzystego
ZP — zespół pupinizacyjny

Wtrącając odpowiednią indukcyjność w tor kablowy zmniejszamy jego tłumienność. Jednak dzieje się to kosztem szerokości pasma częstotliwości przenoszonego przez tor. Przebieg tłumienności w funkcji częstotliwości dla toru niepupinizowanego, toru spupinizowanego słabo i toru spupinizowanego mocno został pokazany na rys. 2-13. Przez pojęcie

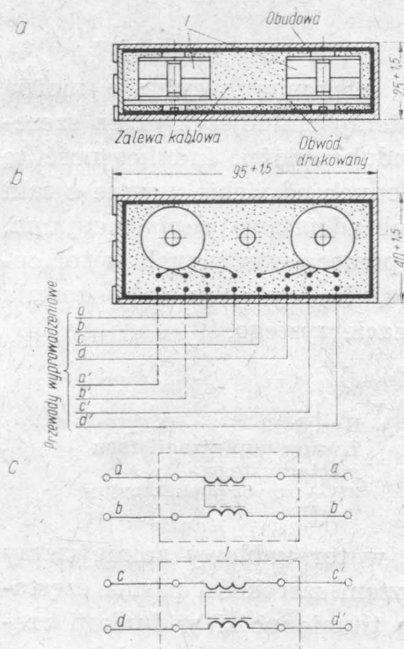



Rys. 2-13
Wykres tłumienności torów kablowych w funkcji częstotliwości
1 — tor niepupinizowany,
2 — tor słabo pupinizowany,
3 — tor silnie pupinizowany

*słabej pupinizacji* (gęstej) należy rozumieć taki system pupinizacji, w którym zespoły pupinizacyjne są włączane w tor w niewielkich odległościach od siebie (gęsto), a wartości indukcyjności cewek są niewielkie. System *pupinizacji mocnej* polega na włączaniu w tor cewek pupinizacyjnych o dużej indukcyjności w znacznych odległościach od siebie.

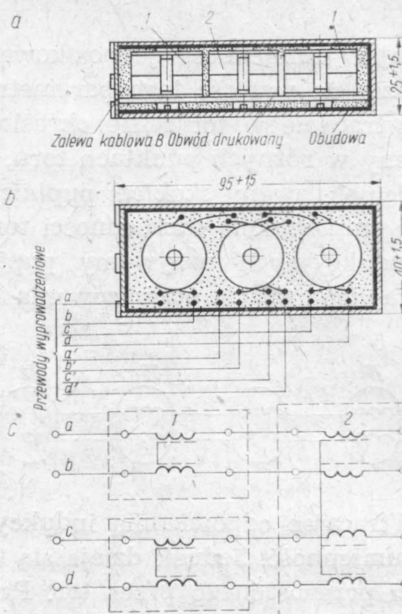
Zespoły pupinizacyjne wykonywane są w postaci zespołów jednocewkowych służących do pupinizacji torów radiofonicznych, zespołów dwucewkowych, służących do pupinizacji torów macierzystych oraz w postaci zespołów trójcewkowych, służących do pupinizacji torów macierzystych i pochodnych.

Obecnie produkowane są w Polsce zespoły pupinizacyjne dwu- i trójcewkowe miniaturowe z rdzeniami ferrytowymi kubkowymi. Bu-




Rys. 2-14. Zespół pupinizacyjny dwucewkowy

a — przekrój poprzeczny,
b — przekrój wzdłużny,
c — schemat ideowy;
1 — cewki dla toru macierzystego




Rys. 2-15. Zespół pupinizacyjny trójcewkowy

a — przekrój poprzeczny,
b — przekrój wzdłużny,
c — schemat ideowy;
1 — cewki dla toru macierzystego,
2 — cewki dla toru pochodnego

dowę i schemat elektryczny zespołu dwucewkowego przedstawia rys. 2-14, a zespołu trójcewkowego — rys. 2-15.

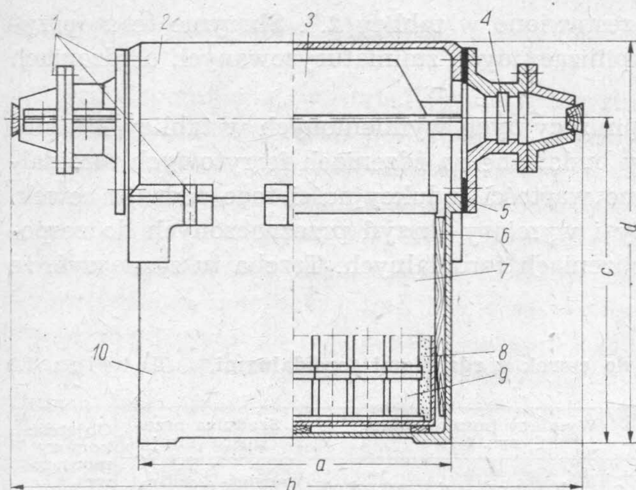
Zespołami zalecanymi do stosowania w liniach telekomunikacyjnych są zespoły wymienione w tablicy 2.6.

Zespoły pupinizacyjne umieszczane są w specjalnych skrzyniach pupinizacyjnych. Przykład budowy takiej skrzyni pokazano na rys. 2-16.

Typy skrzyń pupinizacyjnych zalecane do stosowania w krajowej

**Parametry zalecanych zespołów pupinizacyjnych** Tablica 2.6

| Typ zespołu | Oznaczenie | Indukcyjność [mH] |
|---|---|---|
| Jednocewkowy radiofoniczny | ZPR 10<br>ZPR 11 | 6<br>9 |
| Jednocewkowy telefoniczny | ZPT 12<br>ZPT 13<br>ZPT 14 | 3,2<br>70<br>100 |
| Dwucewkowy telefoniczny | ZPT 20<br>ZPT 21 | 70<br>80<br>100 |
| Trójcewkowy telefoniczny | ZPT 30 | 100/50 |




Rys. 2-16
Budowa skrzyni zespołów pupinizacyjnych

1 — śruby mocujące,
2 — pokrywa żeliwna,
3 — osłona górna mosiężna,
4 — przepust,
5 — uszczelka,
6 — wkładka dystansowa,
7 — obudowa wewnętrzna,
8 — zalewa kablowa,
9 — zespoły pupinizacyjne,
10 — obudowa zewnętrzna

**Zalecane typy skrzyń zespołów pupinizacyjnych** Tablica 2.7

| Typ skrzyni | Maksymalna liczba zespołów | Wymiary w mm — patrz rys. 2.16 | | | | | Średnica przepustu [mm] | | Objętość komory montażowej [dm³] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *a* | *b* | *c* | *d* | szerokość | mosiężnego | żeliwnego | |
| SP 00 | 40 | 417 | 670 | 324 | 344 | 320 | 45 | 72 | 6,3 |
| SP 01 | 70 | 445 | 765 | 345 | 470 | 445 | 65 | 85 | 15,0 |
| SP 02 | 100 | 445 | 765 | 455 | 580 | 445 | 80 | 85 | 18,0 |

**Stosowane zespoły pupinizacyjne na rdzeniach toroidalnych** Tablica 2.8

| Typ zespołu | Oznaczenie | Indukcyjność [mH] (macierzysty/pochodny) |
|---|---|---|
| Jednocewkowy radiofoniczny | ZPR 16 | 10 |
| | ZPR 17 | 12 |
| | ZPR 18 | 15,5 |
| Jednocewkowy telefoniczny | ZPT 19 | 140 |
| Dwucewkowy telefoniczny | ZPT 25 | 140 |
| Trójcewkowy telefoniczny | ZPT 31 | 100/40 |
| | ZPT 32 | 100/70 |
| | ZPT 35 | 30/12 |
| | ZPT 36 | 44/25 |
| | ZPT 37 | 88/36 |
| | ZPT 38 | 88/43 |
| | ZPT 39 | 140/56 |
| | ZPT 40 | 140/83 |
| | ZPT 41 | 177/63 |
| | ZPT 42 | 190/70 |
| | ZPT 43 | 200/9,4 |
| | ZPT 44 | 200/70 |

sieci telekomunikacyjnej zestawiono w tablicy 2.7. Skrzynie te są przystosowane do zespołów pupinizacyjnych zminiaturyzowanych o rdzeniach ferrytowych kubkowych.

Oprócz zespołów pupinizacyjnych wymienionych w tablicy 2.6, stosowane są również zespoły budowane na rdzeniach ferrytowych toroidalnych. W tablicy 2.8 podano wartości indukcyjności tego rodzaju cewek. W tablicy 2.9 podano typy i wymiary skrzyń przeznaczonych do zespołów pupinizacyjnych na rdzeniach toroidalnych. Trzeba tu zaznaczyć, że

**Typy skrzyń przeznaczonych do cewek z rdzeniami toroidalnymi** Tablica 2.9

| Typ skrzyni | Maksymalna liczba zespołów | | Wymiary [mm] — patrz rys. 2-16 | | | | | Średnica przepustu [mm] | | Objętość komory montażowej [dm³] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | dwucewkowych | trójcewkowych | *a* | *b* | *c* | *d* | szerokość | mosiężnego | żeliwnego | |
| SP 10 | 8 | 8 | 417 | 670 | 224 | 344 | 320 | 30 | 38 | 5,2 |
| SP 11 | 18 | 12 | 445 | 712 | 345 | 470 | 445 | 44 | 72 | 12,0 |
| SP 12 | 36 | 24 | 445 | 712 | 445 | 580 | 445 | 44 | 72 | 12,0 |
| SP 13 | 50 | 36 | 680 | 1036 | 574 | 690 | 365 | 63 | 85 | 25,0 |
| SP 14 | 100 | 48 | 680 | 1036 | 644 | 760 | 365 | 81 | 85 | 25,0 |
| SP 15 | 100 | 60 | 680 | 1036 | 794 | 910 | 365 | 81 | 85 | 25,0 |

**Zalecane skoki pupinizacji** Tablica 2.10

| Przeznaczenie toru | Pojemność toru [nF/km] | Znamionowa indukcyjność zespołu [mH] | Skok pupinizacji [km] |
|---|---|---|---|
| Radiofoniczny | | | |
| — normalnej jakości | 38 | 9 | 1,7 |
| — wysokiej jakości | | 6 | 0,85 |
| Sieć telefoniczna | 40 | 2×80 lub 2×70 | 1,5 |
| miejscowa | 50 | 2×80 lub 2×70 | 1,5 |
| Sieć telefoniczna | 26,5/67 | 100/50 | 1,7 |
| dalekosiężna | 38,5 | 2×80 lub 2×70 | 1,7 |
| Służbowy i pomocniczy | 28,5 | 2×80 lub 2×100 | 1,5 |
| | 38,5/100 | 2×80 lub 80/30 | 1,5 |
| | 50 | 2×100 | 1,0 |
| | 50 | 2×140 | 0,5 |

w praktyce niejednokrotnie zachodzi potrzeba wykorzystywania tych skrzyń do zamontowania nowoczesnych zespołów zminiaturyzowanych.

Skok pupinizacji budowanych linii — w zależności od założeń projektowych i typu cewek pupinizacyjnych — waha się w granicach od 0,8 do 3,4 km. W tablicy 2.10 zostały podane skoki pupinizacji stosowane w przypadku kabli w powłoce termoplastycznej i aluminiowej.

### 2.4.3. Symetryzacja torów kablowych

Jak już wspomniano, w torach symetrycznych asymetria pojemnościowa jest główną przyczyną powstawania przesłuchu. Dlatego też należy przeprowadzać symetryzację torów, mającą na celu kompensację sprzężeń pojemnościowych. Ogólnie rzecz biorąc, należy rozróżnić:

a) *sprzężenia elektryczne (k)*, które są wynikiem asymetrii pojemności między żyłami toru zakłócającego i zakłócanego,
b) *sprzężenia magnetyczne (m)*, które są wynikiem asymetrii indukcyjności między żyłami toru zakłócającego i zakłócanego.

W przypadku częstotliwości akustycznych wpływ asymetrii indukcyjności jest nieznaczny; problem sprowadza się wówczas do pomiaru asymetrii pojemnościowej.

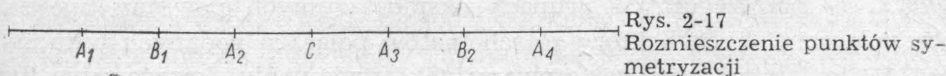
Symetryzację torów pracujących w zakresie częstotliwości akustycznych przeprowadza się na odcinkach pupinizacyjnych. Dokonuje się tego dwiema tradycyjnymi metodami:

a) przez krzyżowanie,
b) przez włączanie kondensatorów wyrównawczych.

**Symetryzacja przez krzyżowanie**

Symetryzację przez krzyżowanie wykonuje się w odcinkach symetryzacyjnych elektrycznie krótkich [*] na podstawie pomiarów asymetrii pojemności. Polega ona na kompensowaniu sprzężenia występującego w jednej części odcinka symetryzacyjnego za pomocą „przeciwsprzężenia", powstającego w drugiej — sąsiedniej części odcinka symetryzacyjnego.

Krzyżowanie przeprowadza się przez przyporządkowanie sobie różnych wiązek w obrębie tych samych grup eksploatacyjnych, a następnie przez łączenie różnych żył w wiązkach. Odpowiedni schemat połączeń wiązek, torów i żył wybiera się na podstawie wyników pomiaru asymetrii pojemnościowej, wykonywanych dla każdej z ośmiu (zazwyczaj) części odcinka symetryzacyjnego, który w zasadzie pokrywa się z odcinkiem pupinizacyjnym. Poglądowy schemat rozmieszczenia punktów symetryzacji w obrębie tego odcinka pokazuje rys. 2-17.




Rys. 2-17 Rozmieszczenie punktów symetryzacji

Pierwszy etap symetryzacji — to pomiary asymetrii pojemnościowej $k_1$, $k_2$, $k_3$ (tablica 2.11 i 2.12) w punktach $A_1$, $A_2$, $A_3$, $A_4$ wszystkich odcinków kabli. Na podstawie wyników tych pomiarów należy opraco-

---

[*] Tor elektrycznie krótki jest to tor, którego długość jest nieznaczna wobec długości fali przenoszonej przez ten tor (np. nie przekraczająca 5% długości fali).

**Dopuszczalne wartości asymetrii pojemności odcinka kabla (340 m) w powłoce ołowianej** Tablica 2.11

| Przeznaczenie wiązki | Uwzględniana wartość asymetrii | Rodzaj asymetrii | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $k_1$ | $k_2$, $k_3$ | $k_4 \div k_8$ | $k_9 \div k_{12}$ | $e_1$ i $e_2$ | $e_3$ |
| Do telefonii naturalnej | średnia arytmetyczna | 40 | 110 | 35 | 35 | 160 | 300 |
| | maksymalna | 100 | 320 | 120 | 120 | 450 | 840 |
| | jednokrotne przekroczenie | 120 | 450 | 180 | 180 | 600 | 1200 |
| Do telefonii wielokrotnej | maksymalna | — | 170 | — | — | 300 | 300 |
| Radiofoniczne | maksymalna | — | — | — | — | 500 | — |

**Przyjęta zasada oznaczania typów asymetrii** Tablica 2.12

| Oznaczenie | Asymetria pojemnościowa między torami |
|---|---|
| $k_1$ | macierzystym pierwszym i macierzystym drugim tej samej wiązki |
| $k_2$ | macierzystym pierwszym i pochodnym tej samej wiązki |
| $k_3$ | macierzystym drugim i pochodnym tej samej wiązki |
| $e_1$ | macierzystym pierwszym i ziemią |
| $e_2$ | macierzystym drugim i ziemią |
| $e_3$ | pochodnym i ziemią |
| $k_4$ | pochodnym jednej wiązki i pochodnym drugiej wiązki |
| $k_5$ | macierzystym pierwszym jednej wiązki i pochodnym drugiej wiązki |
| $k_6$ | macierzystym drugim jednej wiązki i pochodnym drugiej wiązki |
| $k_7$ | pochodnym jednej wiązki i macierzystym pierwszym drugiej wiązki |
| $k_8$ | pochodnym jednej wiązki i macierzystym drugim drugiej wiązki |
| $k_9$ | macierzystym pierwszym jednej wiązki i macierzystym pierwszym drugiej wiązki |
| $k_{10}$ | macierzystym pierwszym jednej wiązki i macierzystym drugim drugiej wiązki |
| $k_{11}$ | macierzystym drugim jednej wiązki i macierzystym pierwszym drugiej wiązki |
| $k_{12}$ | macierzystym drugim jednej wiązki i macierzystym drugim drugiej wiązki |

wać schematy połączeń dla wszystkich 4 złączy $A$. Należy ustalić, które czwórki w poszczególnych grupach eksploatacyjnych powinny być ze sobą połączone — czyli który ze schematów połączeń podanych w tablicy 2.13 powinien być zastosowany. Po wykonaniu krzyżowania w punktach $A_1$, $A_2$, $A_3$, $A_4$, przeprowadza się pomiary asymetrii $k_1$, $k_2$, $k_3$ w złączach $B_1$ i $B_2$ dla każdej z czterech par odcinków kablowych. Na podstawie tych pomiarów ustala się, który z ośmiu schematów łączenia (tablica 2.13) ma być zastosowany. Po wykonaniu krzyżowania w punktach $B_1$ i $B_2$ asymetrie $k_1$, $k_2$, $k_3$ w zasadzie powinny zostać całkowicie wyrównane. Następnie w punkcie $C$ przeprowadza się jeszcze raz pomia-

**Zmiany asymetrii uzyskiwane za pomocą krzyżowania** Tablica 2.13

| Pozycja | Schemat krzyżowania | | Wyniki krzyżowania | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | kabel A | kabel B | $k_1$ | $k_2$ | $k_3$ | $e_1$ | $e_2$ | $e_3$ |
| I | | | $k_1^A+k_1^B$ | $k_2^A+k_2^B$ | $k_3^A+k_3^B$ | $e_1^A+e_1^B$ | $e_2^A+e_2^B$ | $e_3^A+e_3^B$ |
| II | | | $k_1^A-k_1^B$ | $k_2^A-k_2^B$ | $k_3^A-k_3^B$ | $e_1^A-e_1^B$ | $e_2^A-e_2^B$ | $e_3^A+e_3^B$ |
| III | | | $k_1^A-k_1^B$ | $k_2^A+k_2^B$ | $k_3^A-k_3^B$ | $e_1^A+e_1^B$ | $e_2^A-e_2^B$ | $e_3^A+e_3^B$ |
| IV | | | $k_1^A+k_1^B$ | $k_2^A-k_2^B$ | $k_3^A-k_3^B$ | $e_1^A-e_1^B$ | $e_2^A-e_2^B$ | $e_3^A+e_3^B$ |
| V | | | $k_1^A+k_1^B$ | $k_2^A+k_3^B$ | $k_3^A+k_2^B$ | $e_1^A+e_2^B$ | $e_2^A+e_1^B$ | $e_3^A-e_3^B$ |
| VI | | | $k_1^A-k_1^B$ | $k_2^A-k_3^B$ | $k_3^A+k_2^B$ | $e_1^A-e_2^B$ | $e_2^A+e_1^B$ | $e_3^A-e_3^B$ |
| VII | | | $k_1^A-k_1^B$ | $k_2^A+k_3^B$ | $k_3^A-k_2^B$ | $e_1^A+e_2^B$ | $e_2^A-e_1^B$ | $e_3^A-e_3^B$ |
| VIII | | | $k_1^A+k_1^B$ | $k_2^A-k_3^B$ | $k_3^A-k_2^B$ | $e_1^A-e_2^B$ | $e_2^A-e_1^B$ | $e_3^A-e_3^B$ |

ry sprawdzające, i jeżeli zachodzi potrzeba — ustala się dodatkowy plan krzyżowania. W punkcie *C* dokonuje się pomiarów pojemności skutecznych, asymetrii względem ziemi $e_1$, $e_2$, $e_3$ oraz asymetrii oporności żył. Asymetrie międzyczwórkowe $k_4$ i $k_{12}$ są przeważnie bardzo małe i kontrolowane podczas operacji krzyżowania tylko sporadycznie.

## Symetryzacja kondensatorowa

W przypadku stosowania symetryzacji kondensatorowej przebieg wiązek w kablu pozostaje niezmieniony na całej trasie linii kablowej. Symetryzacja kondensatorowa polega na włączaniu na stałe (przez lutowanie) kondensatorów o odpowiedniej pojemności między określone przewody torów, co ma na celu sprowadzenie do zera lub do wartości pomijalnej asymetrii pojemności w kablu. Kondensatory włącza się w środkowym złączu odcinka pupinizacyjnego, w tzw. *złączu kondensatorowym*. Dlatego też tu właśnie przeprowadza się pomiary sprzężeń pojemnościowych. Przykład obliczania wartości kondensatorów wyrównawczych pokązano w tablicy 2.14.

**Przykład obliczania wartości kondensatorów wyrównawczych** Tablica 2.14

Wyznaczanie pojemności $\Delta x_1$, $\Delta x_2$, $\Delta x_3$, $\Delta x_4$ kondensatorów wyrównawczych służących do usunięcia asymetrii $k_1$, $k_2$, $k_3$

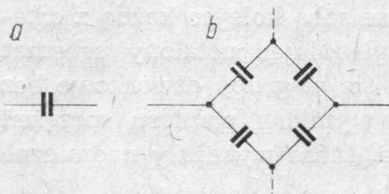
| Rodzaj asymetrii | Znak zmierzonej asymetrii | Wartość zmierzonej asymetrii | Części wartości zmierzonej asymetrii, które należy wpisać kolejno w odpowiednich kolumnach | Pojemności kondensatorów wyrównawczych | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $\Delta x_1$ | $\Delta x_2$ | $\Delta x_3$ | $\Delta x_4$ |
| $k_1$ | — | 64 | ½, —, —, ½ | 32 | | | 32 |
| | + | | —, ½, ½, — | | | | |
| $k_2$ | — | | ½, —, ½, — | | | | |
| | + | 80 | —, ½, —, ½ | | 40 | | 40 |
| $k_3$ | — | | ½, ½, —, — | | | | |
| | + | 28 | —, —, ½, ½ | | | 14 | 14 |
| Suma częściowych wartości pojemności | | | | 32 | 40 | 14 | 86 |
| Najmniejsza suma, którą należy odjąć | | | | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Wynik | | | | 18 | 26 | 0 | 72 |

Uwaga: pojemności $\Delta x_1$, $\Delta x_2$, $\Delta x_3$, $\Delta x_4$ należy włączyć odpowiednio między żyły *a* i *c*, *b* i *c*, *a* i *d*, *b* i *d*.

Stosuje się dwojakiego rodzaju kondensatory wyrównawcze: pojedyncze lub poczwórne (rys. 2-18). Kondensatory poczwórne stosuje się przy wyrównywaniu asymetrii $k_4 ... k_{12}$ (patrz tablica 2.12).

## Systemy symetryzacji mieszanej

W praktyce eksploatacyjnej bardzo często stosuje się mieszane systemy symetryzacji, oparte na połączeniu metody wyrównywania kondensatorowego i krzyżowania. Jeden z rodzajów symetryzacji mieszanej polega na krzyżowaniu najpierw żył w obrębie poszczególnych czwórek w jed-




Rys. 2-18
Kondensator wyrównawczy
a — pojedynczy,
b — poczwórny

nym, zwykle środkowym złączu odcinka pupinizacyjnego, po czym przeprowadza się symetryzację końcową za pomocą kondensatorów.

Inny sposób przewiduje krzyżowanie żył między czwórkami w celu wyeliminowania asymetrii międzyczwórkowych, których wyrównanie metodą kondensatorową jest dość kłopotliwe. Asymetria w obrębie czwórek i względem ziemi jest wyrównywana metodą kondensatorową.

W kablach przeznaczonych do pracy w systemie telefonii wielokrotnej można wyrównywać asymetrię kilkoma metodami. Wybór metody zależy od jakości danych odcinków fabrykacyjnych. W przypadku telefonii 12- i 24-krotnej odcinek wzmacniakowy dzieli się najczęściej na odcinki symetryzacyjne o długości odpowiadającej długości odcinków pupinizacyjnych (1700 ÷ 2000 m). W odcinkach symetryzacyjnych przeprowadza się najpierw krzyżowanie, które ma na celu zmniejszenie asymetrii $k_2$ i $k_3$ oraz $e_1$ i $e_3$ (patrz tablica 2.12). Zasadniczym jednak zabiegiem jest tzw. *symetryzacja skupiona* sprzężeń, przeprowadzana w jednym lub kilku punktach odcinka wzmacniakowego. Symetryzacja skupiona polega na włączaniu w odpowiednich miejscach takich układów przeciwsprzężeniowych, które zapewnią skompensowanie w dostatecznym stopniu sprzężeń, jakie jeszcze pozostały po zmontowaniu odcinka wzmacniakowego.

Do realizacji symetryzacji skupionej stosuje się na ogół układy RC, a nieco rzadziej — transformatory odsprzęgające. Działanie tych układów sprowadza się do wywołania między torami tzw. *przeciwsprzężenia;* jest to sprzężenie o wartości równej co do modułu lecz przeciwne w fazie w stosunku do sprzężenia, które mamy skompensować. Dwójniki RC włącza się między poszczególne przewody toru. Taki sam efekt wyrównania sprzężenia można uzyskać stosując transformatory odsprzęgające z przesuwnymi rdzeniami, wyposażone w bocznik LR. Przesuwanie rdzenia względem uzwojeń wywołuje powstawanie indukcyjności wzajemnej, która będzie kompensować asymetrię.

Symetryzacja torów kablowych symetrycznych przeznaczonych do telefonii 60-krotnej wymaga pewnych dodatkowych zabiegów podczas montażu kabla. Przede wszystkim stosuje się tzw. *rotację torów* na odcinku wzmacniakowym. Polega to na łączeniu ze sobą czwórek wzajemnie przesuniętych (np. czwórkę nr 24 jednego odcinka łączy się z czwórką nr 25 odcinka drugiego). Niezależnie od tego wykonuje się także krzyżowanie torów. W tym celu odcinek wzmacniakowy dzieli się na

ośmioodcinkowe sekcje. Najpierw łączy się ze sobą kolejno każdą z czterech par odcinków wewnątrz sekcji, uwzględniając ustalony schemat krzyżowań. Następnie połączone pary łączy się w grupy czwórkowe bez krzyżowania („na wprost"). Na podstawie wyników pomiaru sprzężeń wybiera się do krzyżowania tylko te wiązki, które wykazały nadmierne sprzężenia.

Na końcowym etapie montażu łączy się ze sobą próbnie sekcje ósemkowe, po czym dokonuje się pomiaru sprzężeń i ewentualnie krzyżowania — stosownie do wyników pomiaru. Jeśli wynikowe sprzężenia okażą się zbyt duże, aby można je było zlikwidować poprzez krzyżowanie, należy zastosować metodę symetryzacji skupionej *), polegającą na włączeniu w tor odpowiedniego elementu wyrównawczego.

Metoda kompensacji (symetryzacji) skupionej wiąże się z pewnymi niedogodnościami; wymaga bowiem wykonywania okienek w powłoce kabli.

## 2.5. Ogólne zalecenia bhp

### 2.5.1. Prace ziemne

Przed rozpoczęciem robót ziemnych należy uzyskać zezwolenie na prowadzenie tych robót od właściwych organów władzy terenowej. Trzeba też zdobyć informacje na temat znajdujących się na danym terenie kabli energetycznych, gazociągów, rurociągów itp. Do kopania należy używać łopat, kilofów ewentualnie drągów żelaznych, z tym jednak, że kilofów i drągów żelaznych nie można używać, jeśli w pobliżu znajdują się kable energetyczne i wodociągi ułożone na głębokości ponad 0,4 m. Pracownicy podczas kopania powinni być tak rozstawieni, aby przy wyrzucaniu ziemi lub rozbijaniu jej kilofem nikt nie został uderzony. Ziemię wyrzucaną z wykopu należy składować w odległości co najmniej 0,5 m od górnej krawędzi wykopu. W razie przypadkowego natrafienia podczas kopania na kable lub rurociągi należy przerwać pracę i zawiadomić o tym fakcie właściwą instytucję. Jeśli stwierdzi się występowanie gazu w wykopie — również należy natychmiast przerwać pracę. Podjęcie dalszych działań może nastąpić dopiero po usunięciu przyczyny ulatniania się gazu. Wykopy prowadzone na terenie miast oraz w koronie dróg powinny być ogrodzone i opatrzone napisami ostrzegawczymi; w nocy na ogrodzeniu powinny być umieszczone sygnały świetlne koloru czerwonego. Nad rowami kablowymi o szerokości do 80 cm prowadzonymi na terenie miast i osiedli powinna znajdować się dostateczna ilość kładek umożliwiających przejście z jednej strony wykopu na drugą. Kładki te należy wykonać z takiego materiału, aby nie uginały się one pod ciężarem dorosłego człowieka; należy zadbać, aby były one stabilne i miały poręcze. Wykopy

*) Patrz: J. Talaga — *Symetryzacja telekomunikacyjnych linii kablowych*, WKŁ, Warszawa 1967.

w zasadzie powinny być oszalowane; dopuszcza się jednak stosowanie czasami ścian pionowych bez umocnień, jeżeli głębokość wykopu nie przekracza:

b) w gruntach średnich — 1,25 m,
a) w gruntach słabych — 0,75 m,
c) w gruntach twardych — 2 m.

### 2.5.2. Praca z żywicą epoksydową i poliuretanową

Przystępując do pracy z kitem lub kompozycją z żywicy epoksydowej należy starannie wymyć ręce wodą z mydłem, wysuszyć je i nasmarować kremem ochronnym L-12. Przed rozpoczęciem mieszania kitu lub przygotowywania kompozycji żywicy należy włożyć rękawiczki gumowe lub woreczki polietylenowe, zabezpieczając je odpowiednio przed spadaniem. Mieszanie kitu oraz przygotowywanie kompozycji żywicy należy wykonywać w pomieszczeniach z dobrą wentylacją; w żadnym razie nie wolno tego robić w studni kablowej. Podczas pracy z kitem lub kompozycją żywicy epoksydowej nie wolno spożywać posiłków ani palić papierosów. Nie wolno również dotykać twarzy ani oczu rękami zanieczyszczonymi kitem lub kompozycją żywicy. Po zakończeniu pracy należy wymyć starannie ręce w ciepłej wodzie z mydłem. Należy zwrócić uwagę, aby kit lub kompozycja zostały dokładnie usunięte z rąk, nie dopuszczając do tego, by utwardziły się na skórze. W razie zanieczyszczenia utwardzaczem ręce należy natychmiast przemyć wodą (najlepiej ciepłą i bieżącą) z mydłem. Natomiast miejsca zanieczyszczone kompozycją żywicy należy przemyć najpierw acetonem (w apteczce oprócz podstawowych leków powinien znajdować się aceton), a następnie wodą z mydłem. Trzeba także pamiętać, że nie wolno przystępować do pracy z kitem lub kompozycją żywicy epoksydowej, jeśli jest jakiekolwiek skaleczenie na rękach. Jeżeli podczas pracy stwierdzi się wystąpienie obrzęku lub zaczerwienienia skóry, należy udać się jak najszybciej do lekarza. Pracownika mającego uczulenie nie należy zatrudniać przy pracy z kitami lub kompozycją żywicy.

Uszczelnianie złączy żywicą poliuretanową należy wykonywać w rękawicach gumowych. Trzeba pamiętać, że pary utwardzacza działają drażniąco na błony śluzowe, co może być powodem łzawienia, kataru, bronchitu a nawet wystąpienia objawów astmy u osób szczególnie uczulonych. Stężenie par utwardzacza, jakie może wystąpić podczas uszczelniania złączy, jest jednak na ogół kilkakrotnie mniejsze od dopuszczalnego; nie zachodzi więc konieczność stosowania masek ochronnych. W razie zanieczyszczenia skóry utwardzaczem, zanieczyszczone miejsce należy przemyć spirytusem kamforowym, umyć wodą i mydłem, a następnie posmarować tłustym kremem. Gdyby utwardzacz dostał się do oczu, należy je natychmiast przemyć 1,3% roztworem soli kuchennej (na

szklankę wody pół łyżeczki soli kuchennej); gdyby zaś mimo tego zabiegu oczy nadal piekły — należy niezwłocznie udać się do lekarza (okulisty). W czasie pracy z żywicą poliuretanową lub jej składnikami nie wolno spożywać posiłków ani palić papierosów. W razie rozlania się utwardzacza w pomieszczeniu zanieczyszczone miejsca należy posypać dużą ilością trocin lub suchego piasku. Po kilkunastu minutach trociny (piasek) trzeba zebrać i zakopać w ziemi. Miejsce zanieczyszczone należy zmyć wodą z dodatkiem detergentów za pomocą szczotki osadzonej na kiju i szmat. Szmaty powinny zostać potem zakopane, a szczotkę należy dokładnie opłukać bieżącą wodą.

Żywica poliuretanowa bez utwardzacza nie jest toksyczna i w związku z tym zanieczyszczone nią ręce wystarczy umyć wodą z mydłem.

### 2.5.3. Praca z kablami w powłoce metalowej

Przed rozpoczęciem wykonywania złączy na kablach w powłoce metalowej należy zarówno powłokę, jak i ośrodek kabla rozładować z mogącego ewentualnie występować potencjału elektrycznego; dokonuje się tego za pomocą dobrze uziemionego przewodu. Potencjał elektryczny na kablu może powstawać w wyniku wyładowań atmosferycznych lub też oddziaływania sieci elektroenergetycznej.

W strefach szczególnie zagrożonych oddziaływaniem elektroenergetycznym dno dołu monterskiego lub studni kablowej należy wyłożyć deskami, a znajdujący się tam monter powinien pracować w butach gumowych. Dotyczy to również sytuacji, gdy montaż kabli w powłokach metalowych jest wykonywany bezpośrednio po burzy z silnymi wyładowaniami atmosferycznymi.

Podczas lutowania osłony złącza na kablach w powłokach metalowych używa się zawsze otwartego ognia (palnik benzynowy lub gazowy). W związku z tym przed rozpoczęciem pracy trzeba koniecznie sprawdzić, czy w danym miejscu nie wydziela się gaz. W razie wykrycia w dole monterskim gazu — co oznaczałoby uszkodzenie gazociągu, przebiegającego w pobliżu prowadzonych prac ziemnych — należy zawiadomić o tym pogotowie gazownicze, którego zadaniem będzie zlokalizowanie i usunięcie uszkodzenia gazociągu; dopiero potem można kontynuować rozpoczętą pracę przy złączu kablowym.

Jeśli stwierdzi się występowanie gazu w studni kablowej, kanalizację należy przed rozpoczęciem pracy w studni wywietrzyć. Wietrzenie kanalizacji kablowej polega na otwarciu co najmniej czterech studni (po dwie z każdej strony) sąsiadujących z tą, w której ma być montowany kabel. Czas wietrzenia kanalizacji zależy od ilości znajdującego się w niej gazu, lecz nie powinien być krótszy niż 2 godziny.

Palnik benzynowy należy rozpalać zawsze poza dołem monterskim czy studnią kablową.

# 3. Kable miejscowe

## 3.1. Wiadomości ogólne

### 3.1.1. Struktura sieci miejscowej

Miejska sieć telefoniczna jest to sieć linii telekomunikacyjnych łączących centrale telefoniczne ze sobą oraz centrale telefoniczne ze stacjami abonenckimi na obszarze jednej miejscowości. Rozróżniamy *linie abonenckie* — łączące centrale telefoniczne z urządzeniami abonenckimi — oraz *linie międzycentralowe* łączące ze sobą centrale telefoniczne. W miejskiej sieci telefonicznej najczęściej występują telekomunikacyjne linie kablowe kanałowe zbudowane z odcinków kabli nieopancerzonych, wciąganych do otworów kanalizacji kablowej. Kanalizacja kablowa jest to zespół ciągów podziemnych ułożonych z bloków betonowych lub rur z innych materiałów, z wbudowanymi studniami kablowymi. W przypadku trudnych warunków terenowych (tereny podmokłe) stosuje się kable ziemne (opancerzone).

Ogólne wymagania stawiane sieciom miejskim są następujące:

1) tłumienności odniesienia układów włączanych między dwoma dowolnymi aparatami i między centralą międzymiastową a aparatem nie powinny przekraczać wartości dopuszczalnych;

2) zniekształcenia tłumieniowe wprowadzane przez sieć powinny zawierać się w granicach dopuszczalnych, a szerokość pasma przenoszonego przez tory pupinizowane powinna być zgodna z wymaganiami;

3) parametry torów powinny umożliwiać prawidłowe przenoszenie impulsów wybierczych i sygnalizacyjnych;

4) odstępy przenikowe, odbicia i poziom szumów powinny odpowiadać wartościom dopuszczalnym;

5) należy zapewnić dostateczną elastyczność sieci, warunkującą przyłączanie nowych aparatów w dowolnym punkcie miasta bez prowadzenia robót kablowych;

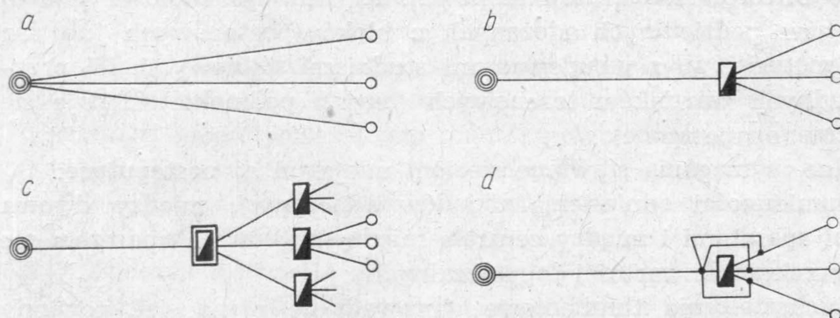
6) należy zapewnić dostateczną liczbę torów w kablach międzycentralowych i okręgowych, niezbędną do realizowania połączeń między abonentami przyłączonymi do różnych central bez nadmiernych strat ruchu;

7) niezawodność sieci powinna być jak największa.

W celu realizowania połączeń między aparatami telefonicznymi a centralą niezbędne są tory przewodowe. Konieczne jest także przewidywanie pewnej liczby torów rezerwowych z myślą o zapewnieniu sieci odpowiedniej elastyczności, umożliwiającej przyłączanie do centrali nowych abonentów. Z drugiej jednak strony potrzeba instalowania par rezerwowych, które praktycznie nie są przez pewien czas wykorzystane, prowadzi do zwiększania nakładów inwestycyjnych i wzrostu zużycia metali kolorowych. W związku z tym w dążeniu do zwiększenia stopnia zajętości wiązek, a tym samym stopnia wykorzystania sieci z jednoczesnym zabezpieczeniem wystarczającej jej elastyczności i ograniczeniem dodatkowych nakładów na punkty przełączeniowe opracowano różne systemy budowy sieci miejskich, spośród których najczęściej spotykane są systemy: sztywny, giętki i półsztywny.

### System sztywny

W systemie sztywnym wszystkie tory są połączone na sztywno w złączach (od przełącznicy głównej centrali telefonicznej do głowic kablowych zainstalowanych w puszkach kablowych), bez wprowadzania do sieci punktów przełączeniowych. System ten jest ekonomiczny tylko przy




Rys. 3-1. Schematy ilustrujące strukturę sieci miejscowej
a — system sztywny, b — system giętki dwuczłonowy, c — system giętki trójczłonowy, d — system półsztywny

małej gęstości telefonicznej i przy małych długościach torów abonenckich; w większych sieciach jest on stosowany zwykle w obszarach bezpośredniego zasięgu centrali — a więc w bliskim jej sąsiedztwie. Sieć zbudowana w systemie sztywnym jest przedstawiona poglądowo na rys. 3-1a.

### System giętki

W systemie giętkim sieć jest rozdzielona na dwa człony (sieć magistralną i sieć rozdzielczą) za pośrednictwem punktów rozdzielczych (szafek kablowych). Kable z obu członów sieci kończą się w szafce głowicami, które z kolei łączy się ze sobą w określony sposób przewodami (TDY, TDX). Parę żył w kablu rozdzielczym (TKM, XTKMX) można połączyć z do-

wolną parą żył w kablu magistralnym, tworząc w ten sposób ciągły tor abonencki. Dzięki temu wiązki rozdzielcze o małej pojemności mogą być grupowane w wiązki magistralne o dużej pojemności. Liczba par magistralnych wchodzących do szafki jest zawsze mniejsza od liczby par rozdzielczych, wyprowadzonych z puszek do szafki.

Istnieje również takie rozwiązanie systemu giętkiego, w którym sieć podzielona jest na trzy człony (sieć magistralną, sieć pośrednią i sieć rozdzielczą), połączone ze sobą kolejno w rozdzielnicach kablowych i w szafkach kablowych.

Stosowanie systemu giętkiego wiąże się z pewnymi niedogodnościami natury eksploatacyjnej i technicznej (bardziej skomplikowane kartoteki abonentów, konieczność wykonywania specjalnych połączeń w szafkach, możliwość występowania uszkodzeń mechanicznych w szafkach oraz zmniejszenie oporności izolacji torów abonenckich), ale z drugiej strony zmniejsza nakłady inwestycyjne. Sieć giętką dwuczłonową przedstawiono na rys. 3-1b, a trójczłonową — na rys. 3-1c.

S y s t e m   p ó ł s z t y w n y

System półsztywny powstaje przez nałożenie sieci sztywnej na sieć giętką — co jest realizowane w złączach pod szafkami; na skutek tego w kablu rozdzielczym są zawarte tory kończące się w szafce oraz tory doprowadzone bezpośrednio do centrali, załatwiające tzw. *obciążenie podstawowe*. Umożliwia to zmniejszenie pojemności szafek i ograniczenie liczby połączeń między głowicami. Sieć półsztywna została zilustrowana na rys. 3-1d.

W polskiej sieci telekomunikacyjnej przyjęto system giętki dwuczłonowy.

W małych miastach — gdzie zapotrzebowanie na aparaty telefoniczne jest niewielkie — sieć telefoniczna jest obsługiwana przez jedną centralę telefoniczną, tzw. *centralę odosobnioną*, natomiast w większych miastach buduje się wiele central, które są połączone ze sobą siecią międzycentralową zbudowaną w różnych układach (gwiazdowy, wieloboczny, mieszany, tandemowy).

Telefoniczną centralę miejscową należy zlokalizować w taki sposób, aby zużycie miedzi (a więc kabli) przy budowie sieci miejscowej współpracującej z tą centralą było możliwie najmniejsze. Położenie centrali wybiera się więc wyznaczając uprzednio tzw. *środek miedzi*. Istnieje kilka metod teoretycznego wyznaczania środka miedzi, ale praktycznie sprowadza się to do znalezienia geometrycznego środka danego obszaru. Zakłada się przy tym przebieg kabli w sieci miejscowej (od szafek kablowych do centrali) wzdłuż dwóch kierunków prostopadłych do siebie. Przy takim założeniu środek miedzi znajduje się w punkcie przecięcia dwóch prostopadłych do siebie osi, poprowadzonych równolegle do głównych kierunków ulic w mieście w taki sposób, aby liczba łączy abonenckich

(aparatów telefonicznych) po obu stronach każdej z tych osi była taka sama.

Podobnie lokalizuje się szafki kablowe, wyznaczając środek miedzi obszaru obsługiwanego przez daną szafkę kablową.

Następnie ustala się liczbę par kabli magistralnych, które należy wprowadzić do poszczególnych szafek kablowych w pierwszym okresie budowy. Pomocne są w tym zakresie wykresy, ilustrujące zależność optymalnej liczby łączy abonenckich przechodzących przez szafki kablowe od „gęstości" łączy abonenckich na danym obszarze, tj. od liczby łączy przypadającej na jednostkę powierzchni obszaru przyporządkowanego danej szafce. Obliczoną liczbę par magistralnych zaokrągla się wzwyż do 50 lub 100 par i dobiera się odpowiednią pojemność obudowy szafki.

Biorąc pod uwagę przewidywaną liczbę łączy, rozplanowuje się odpowiednio obszary szafek kablowych i lokalizuje się je.

Produkowane są szafki kablowe w obudowie stalowej i poliestrowo-szklanej. Rozróżnia się następujące typy szafek kablowych stalowych:
SK-600, szafka 600-parowa,
SK-900, szafka 900-parowa,
SK-1200, szafka 1200-parowa,
SK-1600, szafka 1600-parowa.

Szafki kablowe ustawia się na specjalnych fundamentach. Składają się one z cokołu żeliwnego i obudowy blaszanej z drzwiami. Wewnątrz szafki znajduje się konstrukcja wsporcza służąca do mocowania głowic kablowych i przewodów przyłączeniowych.

Obecnie konstruuje się przeważnie szafki kablowe w obudowie z tworzywa poliestrowo-szklanego. Stosuje się trzy rozmiary tego rodzaju szafek:
SKp-sz 800, szafka 800-parowa,
SKp-sz 1200, szafka 1200-parowa,
SKp-sz 1600, szafka 1600-parowa.

### 3.1.2. Budowa kanalizacji kablowej

Kanalizacja kablowa ma za zadanie zabezpieczać kable nieopancerzone przed uszkodzeniami mechanicznymi, a zarazem umożliwiać stopniową rozbudowę sieci bez konieczności prowadzenia robót ziemnych przy każdorazowym układaniu kolejnych kabli.

Kanalizacja kablowa składa się z pomieszczeń podziemnych zwanych *studniami kablowymi* oraz doprowadzonych do nich ciągów betonowych bloków z otworami ułożonych jeden za drugim (pojedynczo lub w odpowiednich zestawach) albo też ciągów rur. Stosuje się tu rury z nieplastyfikowanego polichlorku winylu (PCW), rury stalowe instalacyjne lub rury azbestowo-cementowe. Rozróżnia się następujące rodzaje kanalizacji:

— magistralna wielootworowa, przeznaczona do prowadzenia kabli magistralnych, międzycentralowych, okręgowych i innych przechodzących przez teren miasta,
— rozdzielcza jedno- lub dwuotworowa, przeznaczona do prowadzenia kabli rozdzielczych.

Bloki betonowe płaskie są wykonywane jako jedno-, dwu-, trzy-, lub czterootworowe. Wymiary bloków podano w tablicy 3.1. Powierzchnia wewnątrz otworów może być pokryta asfaltem.

**Typowe wymiary bloków betonowych kanalizacji** Tablica 3.1

| Wielkość bloku | Liczba otworów | Długość [mm] | Wysokość [mm] | Szerokość [mm] | Średnica otworu [mm] | Ciężar [kg] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B 1 | 1 | 1000 | 150 | 150 | 110 ± 2 | 30 |
| B 2 | 2 | 1000 | 150 | 266 | 110 ± 2 | 50 |
| B 3 | 3 | 1000 | 150 | 382 | 110 ± 2 | 70 |
| B 4 | 4 | 1000 | 150 | 498 | 110 ± 2 | 85 |

W ciągi kanalizacyjne zbudowane np. z bloków betonowych wbudowane są studnie kablowe, umożliwiające wciąganie i montaż kabli oraz dokonywanie czynności konserwacyjnych.

Rozróżniamy następujące rodzaje studzien kablowych:

SK — studnie kablowe
SKS — studnie kablowe szafkowe umieszczane zawsze pod szafką kablową.

W kanalizację kablową wbudowuje się studnie o siedmiu rozmiarach:

SK 1 — dla kanalizacji jednootworowej,
SK 2 — dla kanalizacji jedno- lub dwuotworowej,
SK 6 — dla kanalizacji do 6 otworów,
SK 12 — dla kanalizacji do 12 otworów,
SK 24 — dla kanalizacji do 24 otworów,
SK 40 — dla kanalizacji do 40 otworów,
SK 64 — dla kanalizacji do 64 otworów.

Szafki kablowe 800-, 1200- i 1600-parowe z tworzyw sztucznych lub 600-, 900-, 1200-, 1600-parowe metalowe umieszcza się w studniach szafkowych typu SKS.

Niezależnie od tego, w sieci występują następujące typy konstrukcji studni szafkowych:

SK 1 do SK 64 — studnie kablowe przelotowe (studnie w prostym ciągu kanalizacji kablowej bez odgałęzień),
SK 2/1 do SK 64/1 — studnie kablowe odgałęźne jednostronne (studnie wbudowane w miejscu jednostronnego odgałęzienia trasy kanalizacji kablowej),

SK 2/2 do SK 64/2 — studnie kablowe odgałężne dwustronne (studnie wbudowane w miejscu dwustronnego odgałęzienia trasy kanalizacji kablowej),
SK 2/N do SK 64/N — studnie narożne (studnie zbudowane w miejscu zmiany trasy kanalizacji kablowej).

Kanalizacja kablowa powinna być ułożona pod chodnikiem lub w niezadrzewionym pasie zieleni, równolegle do osi ulicy lub linii zabudowy. Na placach o kształcie kołowym kanalizacja powinna przebiegać pod chodnikiem w taki sposób, aby środkowe części poszczególnych jej odcinków nie „wkraczały" pod jezdnię. W osiedlach budowanych systemem blokowym ciągi kanalizacji powinny przebiegać równolegle do budynków, wzdłuż uliczek wewnątrzosiedlowych lub równolegle do innych urządzeń podziemnych. Studnie kablowe powinny być usytuowane pod chodnikami lub w pasie zieleni. Pod jezdnią studnie mogą znajdować się tylko w wyjątkowych przypadkach, ale wówczas muszą mieć wzmocnioną konstrukcję. Włazy do studni nie powinny się znajdować pod wjazdami do bram, przed wejściami do sklepów i budynków, pod wylotami rynien dachowych ani też w miejscach odpływu ścieków. Długość przelotów między sąsiednimi studniami nie powinna przekraczać wartości podanych w tablicy 3.2.

**Zalecane odległości między studniami** Tablica 3.2

| Rodzaj przelotu | Odległość między sąsiednimi studniami [m] | |
|---|---|---|
| | kanalizacja z bloków betonowych i rur stalowych | kanalizacja z rur PCW |
| Między studniami magistralnymi SK6 do SK64 | 120 | 150 |
| Między studniami rozdzielczymi SK2 | 100 | 120 |
| Między studnią rozdzielczą SK2 i SK1 | 50 | 70 |

Długość kanalizacji rozdzielczej z rur PCW na odcinku prowadzącym od studni do budynku nie powinna przekraczać 20 m; w przypadku pozostałych typów rur oraz bloków betonowych odległość ta powinna wynosić do 10 m. Kanalizacja powinna być ułożona na takiej głębokości, aby warstwa przykrywająca mierzona od poziomu nawierzchni do górnej powierzchni kanalizacji wynosiła odpowiednio:
dla kanalizacji magistralnej — 0,7 m
dla kanalizacji rozdzielczej 2-otworowej — 0,6 m
dla kanalizacji rozdzielczej 1-otworowej — 0,5 m

W przypadku przeprowadzania kanalizacji pod jezdnią, którą nie biegnie linia tramwajowa oraz w obszarze międzytorowym głębokość ta

powinna być taka, aby warstwa pokrywająca była nie mniejsza niż 0,8 m; pod linią tramwajową musi ona wynosić co najmniej 1 m. W razie wystąpienia technicznych trudności ze spełnieniem tych warunków — dopuszczalne jest pewne zmniejszenie głębokości wykopu, ale pod warunkiem odpowiedniego zabezpieczenia kanalizacji np. ławą betonową. Nigdy jednak grubość warstwy przykrywającej kanalizację z rur PCW nie może być mniejsza niż 0,4 m, a w przypadku kanalizacji z rur azbestowo-cementowych i bloków betonowych — niż 0,2 m.

Kanalizacja kablowa między sąsiednimi studniami powinna w zasadzie przebiegać wzdłuż linii prostej — bez załamań i wyboczeń; dopuszczalne odchylenia przebiegu kanalizacji podano w tablicy 3.3. Ciągi

**Dopuszczalne odchylenie trasy kanalizacji kablowej od linii prostej** Tablica 3.3

| Odległość [m] | do 30 | 30 ÷ 50 | 50 ÷ 75 | 75 ÷ 100 | 100 ÷ 120 |
|---|---|---|---|---|---|
| Odchylenie [cm] | 3 | 5 | 7 | 10 | 12 |

kanalizacji z rur PCW mogą być w razie potrzeby wygięte nieco bardziej niż to wynika z tablicy 3.3, ale w taki sposób, aby promień krzywizny był nie mniejszy niż 6 m. Dopuszczalny spadek kanalizacji w terenie płaskim wynosi do 3%.

Ciągi kanalizacyjne są umieszczane w wykopach. Wymaganą głębokość i szerokość wykopu dla różnych typów kanalizacji podano w tablicy 3.4 i 3.5. W gruntach mało spoistych (próchnica, suchy piasek) oraz

**Zalecana głębokość wykopu, zależnie od liczby warstw kanalizacji** Tablica 3.4

| Sieć / Rodzaj kanalizacji | Magistralna | | | | | Rozdzielcza |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Głębokość wykopu [m] | | | | | |
| | jedna warstwa | dwie warstwy | trzy warstwy | cztery warstwy | pięć warstw | jedna warstwa |
| Z bloków betonowych | 0,85 | 1,05 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 0,85 |
| Z rur PCW | 0,85 | 1,0 | 1,1 | 1,25 | 1,4 | 0,65 |

**Zalecana szerokość wykopu, zależnie od liczby otworów przelotowych w rzędzie** Tablica 3.5

| Liczba otworów / Rodzaj kanalizacji | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Szerokość wykopu [m] | | | | | | | |
| Z bloków betonowych | 0,45 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 |
| Z rur PCW | 0,3 | 0,45 | 0,55 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,05 | 1,15 |

przesyconych wodą należy na dnie wykopu ułożyć ławę betonową. Ławę betonową — podobnie jak dno wykopu bez ławy betonowej — należy posypać warstwą piasku o grubości 5 cm. Bloki betonowe przed ułożeniem należy oczyścić.

Do otworów znajdujących się w ścianie czołowej ułożonego bloku, wypełnionych częściowo zaprawą cementową, należy włożyć kołki stalowe wykonane z pręta o średnicy 8 mm i również pokryte uprzednio zaprawą cementową. Na wystające końce kołków należy nasunąć otwory ściany czołowej drugiego bloku zwracając uwagę, aby występ znajdujący się w obrzeżu tego błoku znalazł się we wgłębieniu bloku poprzednio ułożonego. Miejsce styku bloków należy polać wodą i pokryć zaprawą cementową (marki 140) na szerokości około 10 cm warstwą o grubości co najmniej 2 cm, przy czym należy zadbać, aby zaprawa cementowa nie dostała się do wnętrza otworów przelotowych. Po zestawieniu dwóch kolejnych bloków, ale przed związaniem się zaprawy cementowej, powinna być zbadana współosiowość obu bloków za pomocą specjalnego sprawdzianu.

Podczas układania kanalizacji z rur PCW należy je łączyć „kielichowo". W razie niedysponowania odpowiednimi rurami (z fabrycznie wykonanym kielichem) należy na końcu jednej z łączonych rur wykonać kielich za pomocą podgrzewacza elektrycznego lub benzynowego, a koniec rury dołączanej posmarować lakierem bitumicznym (o symbolu 70/80/31) lub farbą antykorozyjną 80% (o symbolu 11/44/17) i wsunąć w wykonany kielich. Rury zaopatrzone w kielichy łączy się na zimno za pomocą kleju agresywnego.

Przy budowie ciągów w zestawach wielowarstwowych należy ułożyć najpierw pierwszą, a następnie kolejne warstwy bloków w taki sposób, żeby bloki każdej kolejnej warstwy były przesunięte o pół długości w stosunku do warstwy poprzedniej. Odległości między poszczególnymi rurami w obrębie jednej warstwy nie powinny być mniejsze niż 2 cm, a między poszczególnymi warstwami — niż 3 cm. Poszczególne warstwy kanalizacji wielowarstwowej należy przesypywać piaskiem lub przesianą ziemią, lekko ubijając każdą warstwę.

Zasypywanie ciągu (z bloków betonowych czy też z rur PCW) należy rozpocząć od pokrycia przestrzeni między ścianami wykopu i bocznymi ścianami bloków piaskiem lub przesianą ziemią. Następnie należy nasypać na wierzch i ubić około 30-centymetrową warstwę ziemi, po czym kłaść kolejno kilka warstw o grubości po około 20 cm, każdą ubijając, aż do całkowitego zasypania wykopu.

Ciągi kanalizacji prowadzonej w nasypach wiaduktów czy też w konstrukcji żelbetowej mostów mogą być budowane zarówno z bloków betonowych, jak i z rur PCW. W przypadku niedostatecznej grubości warstwy przykrycia kanalizacji prowadzonej wiaduktem należy stosować rury stalowe asfaltowane dwukrotnie — od wewnątrz i na zewnątrz.

Wymagane minimalne odległości przy zbliżeniach i skrzyżowaniach Tablica 3.6

| Rodzaj urządzenia podziemnego | Odległość [m] | |
|---|---|---|
| | skrzyżowanie | zbliżenie |
| Kabel telekomunikacyjny ziemny | dowolne | dowolne |
| Linia kablowa energetyczna w osłonie ochronnej | dowolne | 0,5 |
| Linia kablowa energetyczna bez osłony ochronnej | 0,3 | 0,5 |
| Rurociąg wodny magistralny | 0,5 | 1,0 |
| Rurociąg wodny rozdzielczy | 0,3 | 1,0 |
| Przewód gazowy | 0,5 | 1,0 |
| Przewód cieplny w obudowie kanalizacyjnej | 0,3 | 2,0 |
| Przewód cieplny bez obudowy | 0,5 | 2,0 |
| Kanalizacja odprowadzająca wodę deszczową oraz ściekową | dowolna | 2,0 |
| Budynki mieszkalne i przemysłowe | — | 0,5 |
| Fundament słupa oświetleniowego, telekomunikacyjnego i trakcyjnego | — | 0,8 |

Ciągi kanalizacji budowanej pod konstrukcją stalową mostów wykonuje się z rur stalowych podwieszonych na wieszakach sprężynujących.

Wymagane odległości od różnych urządzeń podziemnych, z którymi trasa kabla krzyżuje się lub w pobliżu których musi przebiegać — zostały zestawione w tablicy 3.6.

### 3.1.3. Układanie kabli w kanalizacji

Wciąganie kabli do kanalizacji należy przeprowadzać zgodnie z projektem. Rozpoczyna się tę operację od wykorzystania dolnego rzędu otworów. Trzeba pamiętać, że żaden kabel odchodzący w studni odgałęźnej w bok nie powinien krzyżować się z innym, biegnącym prosto lub odchodzącym w przeciwnym kierunku; w każdej kolejnej studni przelotowej dany kabel powinien zajmować zawsze tak samo położony otwór (chyba że wystąpi uzasadniona potrzeba zmiany otworu).

Przed rozpoczęciem wciągania kabli należy bezwzględnie przewietrzyć kanalizację — zdejmując pokrywy ze studzien kablowych znajdujących się na końcach przelotu, a także z kilku następnych studzień — aby zapobiec ewentualnej możliwości wybuchu gazu, który mógł się zgromadzić w kanalizacji wskutek nieszczelności przebiegających w pobliżu gazociągów. Po wywietrzeniu kanalizacji należy za pomocą szczotki lub łyżki oczyścić z ziemi i błota otwór przelotowy oraz sprawdzić kalibrem, czy przekrój otworu nie uległ zwężeniu na skutek przesunięcia się bloków kanalizacji względem siebie. Kaliber powinien mieć średnicę o około 3—4 mm mniejszą od średnicy otworu.

Następnie należy przeciągnąć przez kanał tzw. *linkę przeciągową* — stalową lub konopną, zależnie od długości przelotu i grubości kabla.

W tym celu przepycha się kolejno przez otwór odpowiednią liczbę sukcesywnie ze sobą łączonych *drążków kablowych*. Kiedy pierwszy drążek pojawi się na przeciwległym końcu otworu, do końca ostatniego drążka przymocowuje się szczotkę z kalibrem i linką. Wyciągając drążki kablowe przeciągamy linkę przez kanał i jednocześnie czyścimy ten kanał.

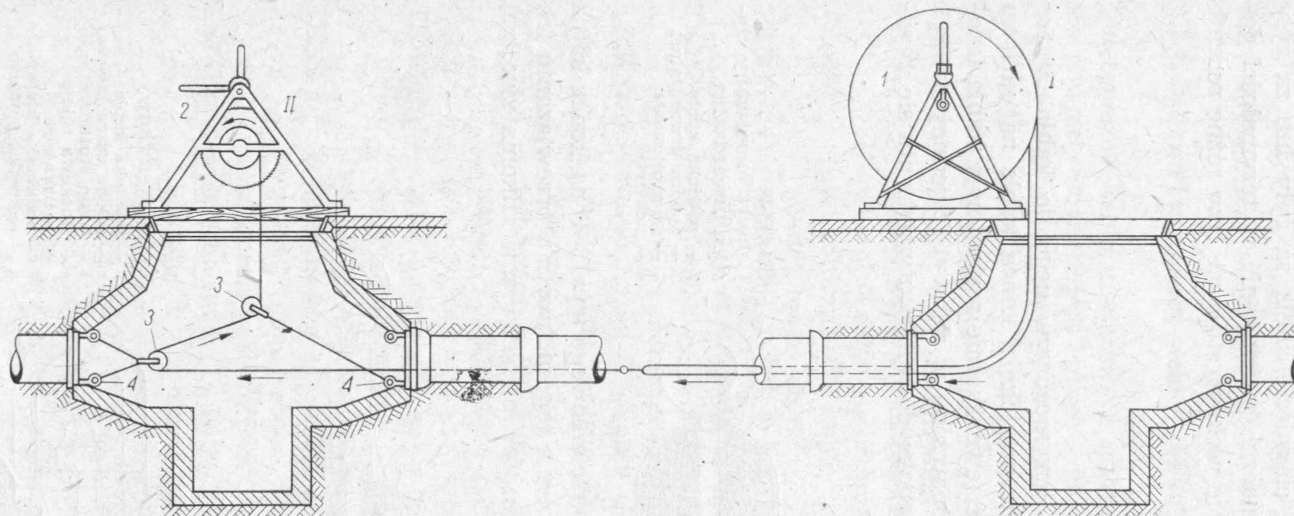
Bęben z kablem należy ustawić na kozłach tuż obok studni, tak aby kabel można było pionowo wprowadzać do studni. Jeden z pracowników powinien zejść do studni, aby wprowadzać kabel do otworu. Kabel łączy się z linką przeciągową za pomocą tzw. *pończochy kablowej* wykonanej z drutów stalowych, zaciskającej się na powłoce kabla pod wpływem siły naciągu. Pończochę po naciągnięciu jej na koniec kabla zamocowuje się dodatkowo miękkim drutem. Typy stosowanych pończoch kablowych zostały podane w tablicy 3.7.

**Typy stosowanych pończoch kablowych** Tablica 3.7

| Oznaczenie | | Długość [mm] | | Średnica kabla [mm] | Dopuszczalna siła naciągu [kg] / [N] |
|---|---|---|---|---|---|
| odmiana | wielkość | całkowita | użyteczna | | |
| P 10 | 15/35 | 630 | 485 | 15 ÷ 35 | 840/~8400 |
| P 10 | 35/50 | 660 | 510 | 35 ÷ 50 | 1250/~12500 |
| P 10 | 50/65 | 700 | 600 | 50 ÷ 65 | 3500/~35000 |
| P 20 | 65/80 | 750 | 600 | 65 ÷ 80 | 3600/~36000 |

Nad otworem sąsiedniej studni należy ustawić windę kablową, do której bębna jest przymocowany koniec linki przeciągowej. Na krawędzi wlotu do kanalizacji należy umocować lejek lub kolanko, zabezpieczające wciągany kabel przed uszkodzeniem; linkę przeciągową zaś zabezpiecza się przed tarciem o ściany studni, prowadząc ją poprzez krążki stalowe. Kabel odwija się z bębna ręcznie. Jeden pracownik reguluje szybkość odwijania kabla, drugi kieruje kabel w otwór studni, a trzeci (w studni) wygina go odpowiednim łukiem i wprowadza do otworu kanalizacji. Kołowrót ustawionej nad studnią windy — obracany ręcznie — nawija linkę na bęben, wciągając kabel do kanalizacji. Sposób wciągania przedstawiono schematycznie na rys. 3-2.

Kable magistralne i międzycentralowe najwygodniej jest przeciągać odcinkami o długościach równych odległościom między sąsiednimi studniami. Jednak, aby zmniejszyć liczbę złączy, dopuszcza się na prostych trasach przeciąganie dłuższych odcinków kabli — pokrywających trasę między kilkoma studniami przelotowymi o łącznej długości do 240 m (jeśli średnica kabla nie przekracza 35 mm) a w przypadku kabli o średnicy większej niż 35 mm — do 120 m. W studniach pośrednich kable należy odpowiednio podciągać i układać przy ścianach komory studni. Do jednego otworu ciągu kanalizacji można w zasadzie wciągnąć tylko jeden kabel; dopuszcza się jednak czasami wciąganie w razie potrzeby




Rys. 3-2. Wciąganie kabla do kanalizacji

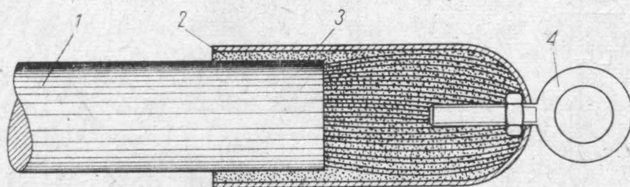
*1* — bęben z kablem, *2* — winda, *3* — bloki przeciągowe, *4* — ucha kołnierzy

dwóch kabli, pod warunkiem jednak że suma ich średnic nie przekracza 65 mm.

W przypadku kabli typu XTKMX pończocha kablowa może być zastosowana tylko w wyjątkowych sytuacjach. Wynika to z faktu, że powłoka polietylenowa tych kabli ma ponad trzykrotnie mniejszą wytrzymałość na zrywanie niż powłoka ołowiana. W związku z tym stosuje się specjalne uchwyty, umożliwiające ciągnięcie kabla za żyły lub za żyły i powłokę; zapewnia to bowiem znaczne zwiększenie wytrzymałości danego kabla na zrywanie. W praktyce wykorzystuje się trzy różne rodzaje uchwytów, a mianowicie:

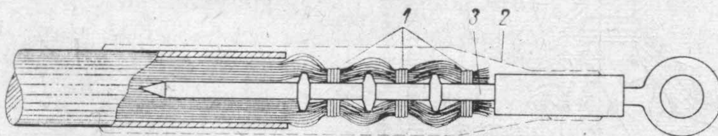
— mocowane żywicą utwardzalną,
— trójpierścieniowe,
— stożkowe.

W celu wykonania uchwytu przymocowywanego do kabla żywicą utwardzalną (rys. 3-3) należy zdjąć powłokę z końca kabla na odcinku o długości kilkunastu cm, rozluźnić (ewentualnie zagiąć) żyły kabla i nasunąć na całość rurę osłonową zaopatrzoną w uchwyt (z jednej strony). Następnie zalać całość np. żywicą epoksydową. Po utwardzeniu się żywicy — uchwyt jest gotowy.

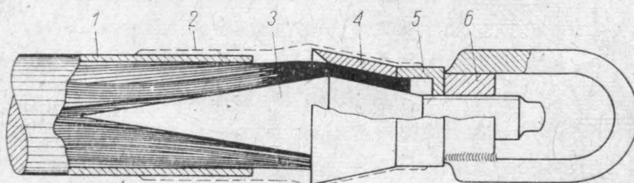



Rys. 3-3
Uchwyt mocowany żywicą utwardzalną
1 — powłoka kabla,
2 — żywica utwardzalna,
3 — rura osłonowa,
4 — uchwyt

Zamocowanie uchwytu trójpierścieniowego (rys. 3-4) na końcu kabla polega na ułożeniu żył wzdłuż trzpienia tego uchwytu i przewiązaniu ich w trzech punktach przewężeń pomiędzy pierścieniami kilkoma zwojami




Rys. 3-4. Uchwyt trójpierścieniowy
1 — przewiązki, 2 — osłona uszczelniająca, 3 — trzon uchwytu




Rys. 3-5
Uchwyt stożkowy
1 — powłoka kabla,
2 — osłona uszczelniająca,
3 — trzon stożkowy,
4 — stożkowa tuleja zaciskająca,
5 — podkładka kielicha,
6 — nakrętka z uchem

drutu. W celu zabezpieczenia przed wilgocią nakłada się na kabel rurę termokurczliwą w taki sposób, aby obejmowała ona sobą koniec powłoki, obnażony i obwiązany ośrodek kabla oraz cylindryczną część uchwytu.

Uchwyt stożkowy jest pokazany na rys. 3-5. Żyły ośrodka kabla zostają zakleszczone w tym przypadku między stożkowymi powierzchniami trzonu i tulei uchwytu podczas nakręcania na trzon nakrętki z uchem.

## 3.2. Kable w powłoce ołowianej

### 3.2.1. Budowa i parametry elektryczne kabli

Telefoniczne kable miejscowe z żyłami o izolacji papierowo-powietrznej i o powłoce ołowianej są kablami dotychczas najczęściej stosowanymi do budowy sieci miejscowych. W Polsce produkowane są następujące typy tych kabli:

TKM — telefoniczne (T) kable (K) miejscowe (M) w powłoce ołowianej, nieopancerzone,

TKMy — telefoniczne (T) kable (K) miejscowe (M) w powłoce ołowianej, z osłoną ochronną polwinitową (y),

TKMFt — telefoniczne (T) kable (K) miejscowe (M) w powłoce ołowianej, opancerzone taśmami stalowymi (Ft),

TKMFp — telefoniczne (T) kable (K) miejscowe (M) w powłoce ołowianej, opancerzone drutami stalowymi płaskimi (Fp),

TKMFo — telefoniczne (T) kable (K) miejscowe (M) w powłoce ołowianej, opancerzone drutami stalowymi okrągłymi (Fo),

TKMFtA — telefoniczne (T) kable (K) miejscowe (M) w powłoce ołowianej, opancerzone taśmami stalowymi (Ft), z osłoną ochronną włóknistą (A),

TKMFpA — telefoniczne (T) kable (K) miejscowe (M) w powłoce ołowianej, opancerzone drutami stalowymi płaskimi (Fp), z osłoną ochronną włóknistą (A),

TKMFoA — telefoniczne (T) kable (K) miejscowe (M) o powłoce ołowianej, opancerzone drutami stalowymi okrągłymi (Fo), z osłoną ochronną włóknistą (A),

TKMFty — telefoniczne (T) kable (K) miejscowe (M) w powłoce ołowianej, opancerzone taśmami stalowymi (Ft), z osłoną ochronną polwinitową (y),

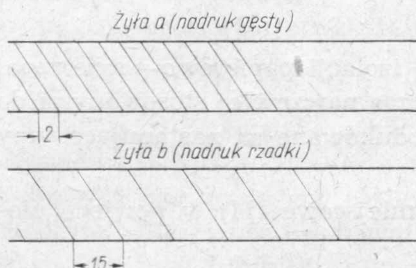
TKMFpy — telefoniczne (T) kable (K) miejscowe (M) w powłoce ołowianej, opancerzone drutami stalowymi płaskimi (Fp), z osłoną ochronną polwinitową (y),

TKMFoy — telefoniczne (T) kable (K) miejscowe (M) w powłoce ołowianej, opancerzone drutami stalowymi okrągłymi (Fo), z osłoną ochronną polwinitową (y).

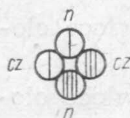
Telefoniczne kable miejscowe mogą mieć następującą liczbę par: 2, 6, 8, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 900, 1200.

Żyły przewodzące kabli miejscowych są wykonane z drutu miedzianego miękkiego o średnicy: 0,4; 0,5; 0,6 lub 0,8 mm.

Izolacja żył jest wykonywana przez śrubowe nawinięcie na nie z zakładką taśmy papierowej o grubości co najmniej 0,06 mm. Poszczególne żyły w każdej wiązce oznacza się barwnymi kreskami (rys. 3-6), przy czym żyły pierwszej pary oznacza się kreskami koloru niebieskiego, natomiast żyły drugiej pary mają kreski koloru czerwonego.




Rys. 3-6. Zasada oznaczania żył w izolacji papierowo-powietrznej




Rys. 3-7. Układ żył w wiązce czwórkowej
*n* — nadruk niebieski, *cz* — nadruk czerwony

Żyły izolowane są skręcone w wiązki czwórkowe (rys. 3-7) i owinięte śrubowo z prześwitem pasemkiem (złożonym z czterech nitek) barwnej przędzy. Barwa przędzy do owijania poszczególnych wiązek w rdzeniu oraz w każdej warstwie jest następująca:
czerwona — wiązka licznikowa,
biała + zielona — wiązka kierunkowa,
zielona — pozostałe wiązki nieparzyste,
biała — pozostałe wiązki parzyste.

Wiązki czwórkowe skręcone są w ośrodek o budowie zilustrowanej w tablicy 3.8.

W kablach zawierających co najmniej 100 par zbudowanych z żył przewodzących o średnicy 0,4; 0,6 lub 0,8 mm mogą znajdować się (w warstwie 3 i 7) czwórki zapasowe.

Rdzeń i kolejne warstwy są skręcone w przeciwnych kierunkach, ale kierunek liczenia wiązek w poszczególnych warstwach jest identyczny. Skok skrętu sąsiadujących ze sobą wiązek jest różny, podobnie jak skok skrętu poszczególnych warstw. Poszczególne warstwy ośrodka — z wyjątkiem warstwy zewnętrznej — są obrzucone pasemkiem przędzy lub taśmą papierową. Ośrodek kabla jest owinięty z zakładką co najmniej dwiema taśmami papierowymi o grubości nie mniejszej niż 0,12 mm.

Budowa stosowanych kabli typu TKM  Tablica 3.8

| Liczba par | Liczba czwórek | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | w kablu | w rdzeniu | w warstwie | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 2 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 4 | 4 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 5 | 5 | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 10 | 2 | 8 | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 15 | 5 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 20 | 1 | 6 | 13 | | | | | | | | | | | |
| 50 | 25 | 3 | 8 | 14 | | | | | | | | | | | |
| 60 | 30 | 4 | 10 | 16 | | | | | | | | | | | |
| 80 | 40 | 1 | 7 | 13 | 19 | | | | | | | | | | |
| 100 | 50 | 4 | 10 | 15 | 21 | | | | | | | | | | |
| 150 | 75 | 3 | 9 | 15 | 21 | 27 | | | | | | | | | |
| 200 | 100 | 2 | 8 | 14 | 20 | 25 | 31 | | | | | | | | |
| 300 | 150 | 4 | 10 | 16 | 21 | 27 | 33 | 39 | | | | | | | |
| 400 | 200 | 4 | 10 | 16 | 22 | 28 | 34 | 40 | 46 | | | | | | |
| 500 | 250 | 4 | 10 | 16 | 22 | 28 | 34 | 40 | 46 | 50 | | | | | |
| 600 | 300 | 5 | 9 | 15 | 21 | 27 | 33 | 39 | 45 | 51 | 57 | | | | |
| 900 | 450 | 4 | 10 | 16 | 22 | 28 | 34 | 41 | 47 | 53 | 59 | 65 | 71 | | |
| 1200 | 600 | 4 | 10 | 16 | 22 | 28 | 34 | 40 | 46 | 52 | 58 | 64 | 70 | 76 | 80 |

Na ośrodku kabla jest wytłoczona powłoka ołowiana. Powłoka ta powinna być jednolita, ściśle przylegająca do ośrodka oraz nie zanieczyszczona wtrąceniami niemetalicznymi. Powierzchnia powinna być gładka — bez pęknięć, nabrzmiałości lub wklęśnięć. W tablicy 3.9 podano średnice kabli gołych oraz opancerzonych bez zewnętrznej warstwy ochronnej.

Osłona ochronna umieszczana na metalowej powłoce pod pancerzem składa się z warstwy polewy ochronnej o grubości co najmniej 0,2 mm, dwóch warstw papieru nasyconego, ponownej warstwy polewy ochronnej, warstwy juty i znów warstwy polewy ochronnej. Łączna grubość osłony pod pancerzem wynosi 1,8÷2 mm.

Pancerz kabla jest wykonany z dwóch warstw taśmy stalowej lub z warstwy drutu stalowego ocynkowanego, płaskiego lub okrągłego. Średnice zewnętrzne kabli opancerzonych z zewnętrzną warstwą ochronną podano w tablicy 3.10.

Taśmy stalowe są nawinięte śrubowo. Druty stalowe są również nawinięte śrubowo, ściśle — zwój przy zwoju.

Osłona ochronna znajdująca się na pancerzu składa się z warstwy polewy ochronnej o grubości co najmniej 0,2 mm, warstwy juty lub innego materiału włóknistego, kolejnej warstwy polewy ochronnej oraz warstwy zawiesiny wodnej kredy lub kaolinu. Łączna grubość osłony na pancerzu wynosi 1,5÷1,8 mm.

**Średnica nieopancerzonych i opancerzonych kabli TKM bez zewnętrznych warstw ochronnych**

Tablica 3.9

| Liczba czwórek kabla | Średnica zewnętrzna [mm] | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | nieopancerzony przy żyle [mm] | | | Ft przy żyle [mm] | | | Fp przy żyle [mm] | | | Fo przy żyle [mm] | | |
| | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,8 |
| 5 | 9,6 | 10,1 | 12,3 | — | — | 17,4 | — | — | 18,7 | — | — | 19,5 |
| 10 | 11,8 | 13,3 | 16,0 | 17,4 | 18,9 | 21,4 | 18,2 | 19,7 | 22,2 | 19,0 | 20,5 | 24,2 |
| 15 | 13,3 | 14,8 | 18,5 | 18,9 | 20,4 | 23,9 | 19,7 | 21,2 | 24,7 | 20,5 | 22,8 | 27,1 |
| 20 | 14,8 | 17,0 | 20,7 | 20,4 | 22,4 | 26,3 | 21,2 | 23,2 | 27,1 | 21,9 | 25,6 | 29,2 |
| 25 | 16,5 | 18,0 | 22,7 | 21,9 | 23,4 | 28,3 | 22,7 | 24,2 | 29,1 | 24,7 | 26,6 | 31,7 |
| 30 | 17,5 | 19,7 | 24,4 | 22,9 | 25,3 | 29,8 | 23,7 | 26,1 | 31,2 | 26,1 | 28,3 | 37,2 |
| 40 | 19,7 | 21,7 | 27,6 | 25,3 | 27,3 | 33,0 | 26,1 | 28,1 | 34,4 | 28,3 | 30,7 | 40,2 |
| 50 | 21,2 | 24,4 | 30,8 | 26,8 | 29,8 | 36,2 | 27,6 | 31,2 | 37,6 | 30,2 | 37,2 | 43,4 |
| 75 | 25,4 | 28,6 | 36,5 | 30,8 | 34,0 | 41,9 | 32,2 | 35,4 | 43,3 | 38,2 | 41,2 | 49,3 |
| 100 | 28,6 | 32,8 | 42,6 | 34,0 | 38,2 | 47,8 | 35,4 | 39,6 | 49,2 | 41,2 | 45,6 | 55,0 |
| 150 | 34,0 | 39,2 | 51,0 | 39,4 | 44,6 | 56,2 | 40,8 | 46,0 | 57,6 | 46,8 | 51,8 | 63,2 |
| 200 | 38,2 | 45,3 | 57,9 | 43,6 | 50,5 | 63,1 | 45,0 | 51,9 | 64,5 | 50,8 | 57,7 | 69,9 |
| 250 | 42,1 | 50,0 | 64,3 | 47,3 | 55,2 | 70,7 | 48,7 | 56,6 | 70,9 | 54,5 | 62,2 | — |
| 300 | 45,8 | 54,2 | 70,0 | 51,0 | 59,6 | 76,4 | 52,4 | 61,0 | 76,6 | 58,2 | 66,4 | — |

**Średnica zewnętrzna opancerzonych kabli TKM z warstwą ochronną zewnętrzną**

Tablica 3.10

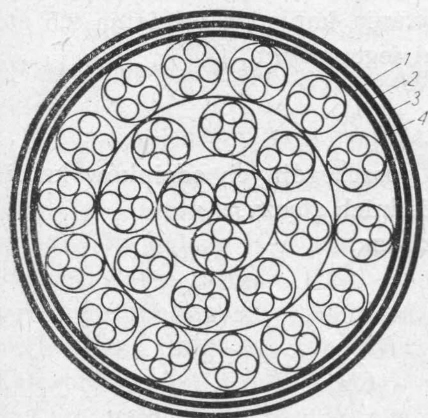
| Liczba czwórek kabla | Średnica zewnętrzna [mm] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Warstwa FtA przy żyle [mm] | | | Warstwa FpA przy żyle [mm] | | | Warstwa FoA przy żyle [mm] | | |
| | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,8 |
| 5 | — | — | 21,0 | — | — | 22,3 | — | — | 23,1 |
| 10 | 21,0 | 22,5 | 25,0 | 21,8 | 23,3 | 25,8 | 22,6 | 24,1 | 27,8 |
| 15 | 22,5 | 24,0 | 27,5 | 23,3 | 24,8 | 28,3 | 24,1 | 26,4 | 30,7 |
| 20 | 24,0 | 26,0 | 29,9 | 24,8 | 26,8 | 30,7 | 25,5 | 29,3 | 32,8 |
| 25 | 25,5 | 27,0 | 31,9 | 26,3 | 27,8 | 32,7 | 28,3 | 30,2 | 35,3 |
| 30 | 26,5 | 28,9 | 33,4 | 27,3 | 29,7 | 34,8 | 29,7 | 31,9 | 40,8 |
| 40 | 28,9 | 30,9 | 36,4 | 29,7 | 31,7 | 38,0 | 31,9 | 34,3 | 43,8 |
| 50 | 30,4 | 33,4 | 39,8 | 31,2 | 34,8 | 41,2 | 33,8 | 40,8 | 47,0 |
| 75 | 34,4 | 37,6 | 45,5 | 35,8 | 39,0 | 46,9 | 41,8 | 44,8 | 52,9 |
| 100 | 37,6 | 41,8 | 51,6 | 39,0 | 43,2 | 52,8 | 44,8 | 49,2 | 58,6 |
| 150 | 43,0 | 48,2 | 59,8 | 44,4 | 49,6 | 61,2 | 50,6 | 55,4 | 66,8 |
| 200 | 47,2 | 54,1 | 66,7 | 48,6 | 55,5 | 68,1 | 54,4 | 61,3 | 73,5 |
| 250 | 50,9 | 58,8 | 74,3 | 52,3 | 60,2 | 74,5 | 58,1 | 65,8 | — |
| 300 | 54,6 | 63,2 | 80,0 | 56,0 | 64,6 | 80,2 | 61,8 | 70,0 | — |

Czasami stosuje się również osłony ochronne polwinitowe, wykonywane przez wytłoczenie. Średnica różnych kabli w osłonie ochronnej polwinitowej została podana w tablicy 3.11. Na rysunku 3-8 zaś została pokazana dla przykładu budowa kabla TKMFtA (25×4).

Oporność pętli żył w jednym kilometrze gotowego kabla mierzona

Średnica zewnętrzna kabla TKM w osłonie ochronnej polwinitowej Tablica 3.11

| Liczba czwórek kabla | Średnica zewnętrzna [mm] | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nieopancerzony przy żyle [mm] | | | Warstwa Fty przy żyle [mm] | | | Warstwa Fpy przy żyle [mm] | | | Warstwa Foy przy żyle [mm] | | |
| | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,8 |
| 5 | 13,6 | 14,1 | 16,3 | — | — | 21,4 | — | — | 22,7 | — | — | 23,5 |
| 10 | 15,8 | 17,3 | 20,0 | 21,4 | 22,9 | 25,4 | 22,2 | 23,7 | 26,2 | 23,0 | 24,5 | 28,2 |
| 15 | 17,3 | 18,8 | 22,5 | 22,9 | 24,4 | 27,9 | 23,7 | 25,2 | 28,7 | 24,5 | 26,8 | 31,5 |
| 20 | 18,8 | 21,0 | 24,7 | 24,4 | 26,4 | 30,7 | 25,2 | 27,2 | 31,5 | 25,9 | 30,0 | 33,6 |
| 25 | 20,5 | 22,0 | 26,7 | 25,9 | 27,4 | 32,7 | 26,7 | 28,2 | 33,5 | 28,7 | 31,0 | 36,3 |
| 30 | 21,5 | 23,7 | 28,4 | 26,9 | 29,7 | 34,2 | 27,7 | 30,5 | 35,8 | 30,5 | 32,7 | 42,4 |
| 40 | 23,7 | 25,7 | 31,6 | 29,7 | 31,7 | 37,6 | 30,5 | 32,5 | 39,0 | 32,7 | 35,3 | 45,4 |
| 50 | 25,2 | 28,4 | 34,8 | 31,2 | 34,2 | 41,4 | 32,0 | 35,8 | 42,8 | 34,8 | 41,8 | 48,6 |
| 75 | 29,4 | 32,4 | 41,5 | 35,4 | 38,6 | 47,1 | 36,8 | 40,6 | 48,5 | 43,4 | 46,4 | 54,5 |
| 100 | 32,6 | 36,8 | 47,6 | 38,6 | 43,4 | 53,0 | 40,6 | 44,8 | 54,5 | 46,4 | 50,8 | 61,0 |
| 150 | 38,0 | 44,2 | 56,0 | 44,6 | 49,8 | 64,2 | 46,0 | 51,2 | 63,6 | 52,0 | 57,8 | 69,2 |
| 200 | 43,2 | 50,3 | 62,9 | 48,8 | 56,5 | 69,1 | 50,2 | 57,9 | 70,5 | 56,8 | 63,7 | 77,9 |
| 250 | 47,1 | 55,0 | 69,3 | 52,5 | 61,2 | 76,7 | 53,9 | 62,6 | 76,9 | 60,5 | 68,2 | — |
| 300 | 50,8 | 59,2 | 75,0 | 57,0 | 65,6 | 82,4 | 58,4 | 67,0 | 82,6 | 64,2 | 72,4 | — |




Rys. 3-8
Profil kabla TKMFtA 25×4
1 — powłoka ołowiana,
2 — pancerz stalowy,
3 — warstwa juty,
4 — poduszka pod pancerzem

**Dopuszczalne wartości oporności pętli w kablach TKM** Tablica 3.12

| Średnica żyły [mm] | Dopuszczalna wartość oporności [Ω] |
|---|---|
| 0,4 | 284 |
| 0,5 | 190 |
| 0,6 | 132 |
| 0,8 | 74 |

prądem stałym przy temperaturze otoczenia 20°C nie powinna przekraczać wartości podanych w tablicy 3.12.

Oporność izolacji każdej żyły w jednym kilometrze gotowego kabla względem pozostałych żył zwartych ze sobą oraz z powłoką metalową i uziemionych powinna wynosić przy temperaturze otoczenia 15°C co

najmniej 5000 MΩ. Pojemność skuteczna par w poszczególnych wiązkach powinna wynosić $40^{+5}_{-10}$ nF/km. Maksymalna asymetria pojemności między parami jednej wiązki (*k*), niezależnie od średnicy znamionowej żył, nie powinna przekraczać 2·*l* pF (*l* — długość odcinka w [m]) dla 95% pomiarów i 3·*l* pF dla pozostałych 5% pomiarów.

Przykłady:

1) kabel TKM 25×4×0,5 o długości 500 m; dla 48 pomiarów asymetrii nie powinna przekraczać 1000 pF a dla 2 pomiarów — 1500 pF,

2) kabel 5×4×0,5 o długości 500 m; asymetria dla 9 wiązek nie powinna przekraczać 1000 pF, a dla 1 wiązki nie powinna przekraczać 1500 pF.

Średnia wartość asymetrii pojemności obliczona na podstawie wszystkich pomiarów wykonanych w kablach o liczbie czwórek większej niż 20 nie powinna przekraczać *l*·0,6 pF. W przypadku kabli o długości mniejszej niż 200 m należy przyjąć *l* = 200 m. Izolacja żył powinna wytrzymywać bez przebicia w ciągu 2 minut sinusoidalne napięcie probiercze o częstotliwości 50 Hz i wartości skutecznej 500 V między żyłami oraz 1000 V między żyłami a powłoką. Szczelność powłoki powinna być taka, aby po 16 godzinach od chwili napompowania kabla do ciśnienia 2,5 at (około 2500 hPa) manometr nie wykazywał jego spadku.

### 3.2.2. Montaż kabli w powłoce ołowianej

Montaż kabli polega na łączeniu ze sobą poszczególnych odcinków kabli w studniach kablowych za pomocą odpowiednich złączy.

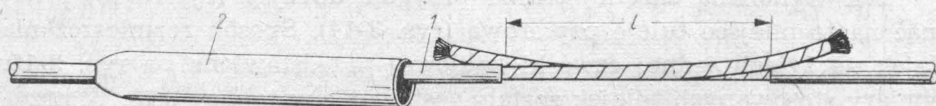
Materiały potrzebne do wykonania złącza:
— rury ołowiane,
— blacha ołowiana,
— spoiwo cynowo-ołowiane LC-30,
— tulejki papierowe,
— żel krzemionkowy,
— zalewa kablowa D,
— stearyna,
— mufa żeliwna,
— sznurek jutowy nasycony asfaltem,
— taśma papierowa,
— drut stalowy lub miedziany.

Przed rozpoczęciem montażu złącza należy wywietrzyć, oczyścić i wysuszyć studnię, a następnie zabezpieczyć ją przed wpływami atmosferycznymi za pomocą specjalnego namiotu. Zasada wykonywania złączy zostanie omówiona na przykładzie złącza przelotowego.

Mając przygotowane materiały oraz studnię kablową można przystąpić do montażu złącza. W tym celu należy odpowiednio przygotować końce kabli. W przypadku kabli o liczbie żył do 50×4 należy naciąć ołów

wzdłuż obwodu kabla i odłamać go w miejscu nacięcia. W przypadku zaś kabli o większej pojemności należy oprócz nacięcia po obwodzie wykonać dodatkowo dwa nacięcia wzdłużne, tworzące pasek o szerokości około 10 mm (od końca kabla do nacięcia poprzecznego). Następnie pasek ten należy oderwać, odginając go stopniowo od końca kabla aż do poprzecznego nacięcia, a potem zdjąć resztę przeznaczonej do usunięcia części powłoki.

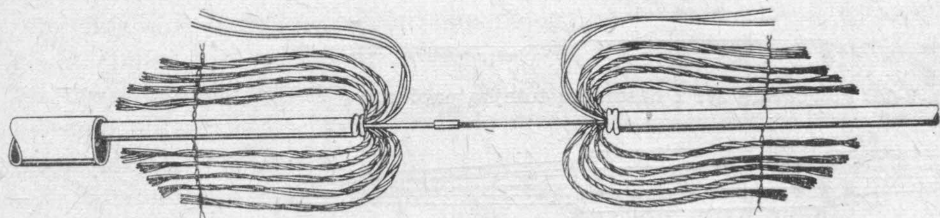
Następny etap pracy — to przygotowanie osłony. W tym celu należy przygotować rurę ołowianą o odpowiedniej średnicy oraz długości i jeden jej koniec sklepać przy użyciu klepaka w taki sposób, aby otwór zmniejszył się do średnicy o około 1 mm większej od średnicy zewnętrznej kabla. Następnie należy osłonę nasunąć na jeden z łączonych odcinków kabla (rys. 3-9), przesuwając ją poza miejsce wyznaczone na złącze.




Rys. 3-9. Przygotowanie końców kabla do montażu
l — długość odcinka, na którym należy zdjąć powłokę,
1 — powłoka kabla, 2 — osłona złącza

Należy zwrócić uwagę, aby sklepany koniec osłony nie miał nacięć ani pęknięć.

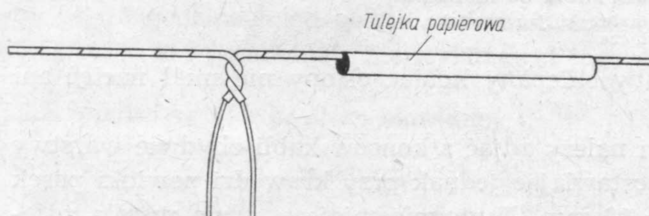
W dalszej kolejności należy zdjąć z końców kabli obydwie warstwy taśmy papierowej — pozostawiając jednak przy krawędzi powłoki pasek taśmy o szerokości około 10 mm. Następnie miejsce, gdzie została zdjęta powłoka należy szczelnie owinąć przesyconym parafiną bandażem metkalowym albo taśmą z folii polietylenowej lub polwinitowej. Bandaż ten powinien obejmować 2 do 3 cm powłoki ołowianej i 4 do 5 cm ośrodka; czyli łączna długość powierzchni nawinięcia powinna wynosić 6 do 8 cm. Założony w teń sposób bandaż chroni w pewnym stopniu przed przenikaniem wilgoci do ośrodka kabla podczas prac montażowych. Z kolei można przystąpić do rozkładania wiązek. Rozkładanie wiązek należy rozpocząć od warstwy zewnętrznej, aż do uzyskania postaci zbliżonej do wachlarza; żyły poszczególnych wiązek należy związać bawełnianą nitką (rys. 3-10). Po dokładnym rozłożeniu wiązek można już przystąpić do najważniejszej czynności — czyli do łączenia żył.



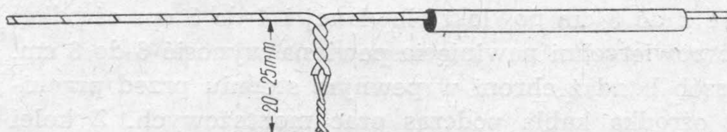
Rys. 3-10. Sposób rozkładania czwórek

Łączenie żył rozpoczyna się od wiązki licznikowej warstwy rdzeniowej, poprzez wiązkę kierunkową, dochodząc kolejno do ostatniej wiązki rdzenia. Taką samą kolejność łączenia wiązek należy zachować w następnych warstwach ośrodka aż do ostatniej, zewnętrznej warstwy. Łącząc odpowiadające sobie wiązki obu odcinków kabla należy najpierw połączyć żyły *a* pierwszej pary, potem żyły *b* tej samej pary, a następnie uczynić to samo z żyłami drugiej pary danej czwórki. Przed połączeniem żył należy na jedną z nich nałożyć tulejkę (tulejka powinna być wygotowana w parafinie) przesuwając ją na odległość około 30 mm od końca, następnie skręcić ze sobą łączone żyły wykonując 3—4 obroty, po czym z ich końców zdjąć izolację papierową — do punktu skrętu (rys. 3-11). Następnie należy wykonać skrętkę do końca żyły i przyciąć równo obydwa końce (rys. 3-12).

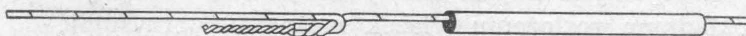
Tak wykonaną skrętkę trzeba przygiąć do żyły (rys. 3-13) i nasunąć na to miejsce tuleję papierową (rys. 3-14). Sposób rozmieszczania tulejek na żyłach jednej czwórki kablowej przedstawiono na rys. 3-15. Wymiary stosowanych tulejek zostały zestawione w tablicy 3.13. W przy-




Rys. 3-11. Pierwsza faza wykonywania skrętki



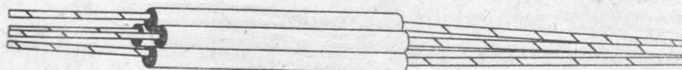

Rys. 3-12. Prawidłowo wykonana skrętka



Rys. 3-13. Skrętka przygięta do żyły



Rys. 3-14. Połączenie żył z nasuniętą tulejką papierową



Rys. 3-15. Układ tulejek na żyłach jednej czwórki

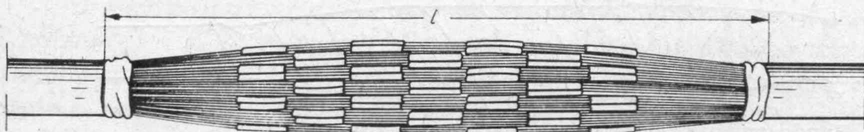
Wymiary tulejek papierowych nakładanych na skrętki żył

Tablica 3.13

| Średnica żyły [mm] | Średnica wewnętrzna tulejki [mm] | Długość tulejki [mm] |
|---|---|---|
| 0,4 | 2,5 | 35 |
| 0,5 ÷ 0,6 | 3,0 ÷ 3,5 | 45 |
| 0,7 ÷ 0,8 | 4,5 ÷ 5,5 | 60 |

padku łączenia żył o średnicy 0,7 i 0,8 mm lub też kabli o różnych średnicach żył końce skręconych żył należy dodatkowo lutować spoiwem LC 60.

Połączenia poszczególnych wiązek należy wykonać w taki sposób, aby tulejki nie zgrupowały się w jednym miejscu, lecz były rozłożone równomiernie na całej długości złącza (rys. 3-16).




Rys. 3-16. Układ skrętek w kablu

Po wykonaniu połączenia wiązek złącze należy wysuszyć. Można to wykonać jedną z trzech metod: za pomocą żelu krzemionkowego, gorącego powietrza lub zalewy kablowej.

Żel krzemionkowy (stosowany w postaci barwionej i niebarwionej) jest substancją chemiczną o postaci stałej, bardzo intensywnie pochłaniającą wilgoć (do około 37%).

Żel niebarwiony ma postać białych granulek z odcieniem żółto-brązowym i nie zmienia koloru pod wpływem wilgoci. Żel barwiony w stanie suchym ma kolor intensywnie niebieski. W zależności od stopnia zawilgocenia, kolor żelu zmienia się od szaroniebieskiego z odcieniem fioletu aż do jasnoróżowego (mocno zawilgocony). Żelu barwionego używa się jako wskaźnika stopnia zawilgocenia żelu niebarwionego.

Suszenie złącza żelem polega na umieszczeniu na stałe we wnętrzu złącza określonej porcji wysuszonego żelu. Ilość żelu potrzebną do wysuszenia złącza oblicza się przyjmując, że na każdych 10 par potrzeba 5 g żelu, przy czym nie może go być łącznie mniej niż 20 g.

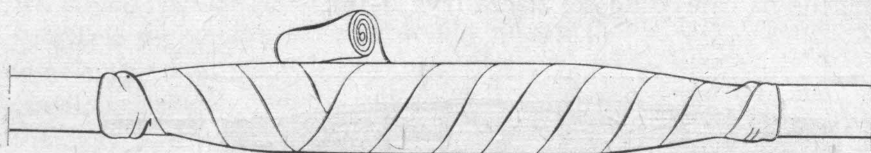
Suszenie gorącym powietrzem polega na wykorzystaniu ustawionego w studni lub w dole monterskim piecyka na węgiel drzewny, albo też dokonuje się tego za pomocą lampy benzynowej ustawionej w bezpiecznej odległości — wykluczającej możliwość przepalenia lub skruszenia izolacji.

Suszenie zalewą kablową dopuszcza się w przypadku, gdy przewiduje się stosowanie ciśnieniowej kontroli szczelności powłoki danego

kabla. Operacja ta polega na tzw. *przelewaniu* końców kabli po zdjęciu powłoki, a następnie połączonych żył przed i po owinięciu ich taśmą metkalową (rys. 3-17), zalewą kablową B podgrzaną do temperatury około 140÷160°C.

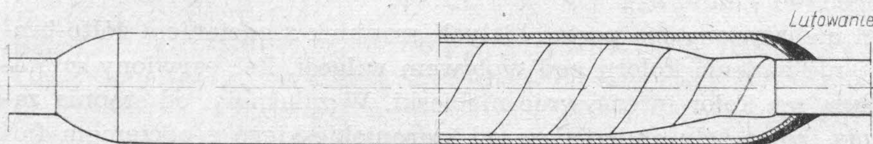
Przelewanie należy rozpocząć od kilkakrotnego polania powłoki ołowianej po obu stronach w kierunku końców kabli lub środka złącza; czynność tę powtarza się aż do uzyskania całkowitego przesycenia ośrodka zalewą (spływająca zalewa przestanie się wówczas pienić).

Przed wsunięciem osłony na połączone żyły należy oczyścić końce powłoki ołowianej obu kabli na odcinku o długości od 3 do 6 cm do metalicznego połysku, a oczyszczone miejsca pocynować spoiwem LC-30. Po ocynowaniu powłoki na końcach kabli należy nasunąć na złącze osłonę



Rys. 3-17. Bandażowanie złącza taśmą metkalową

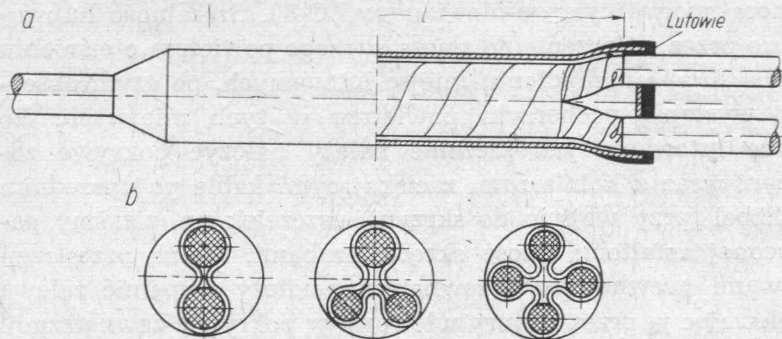
ołowianą i uformować jej drugi koniec podobnie jak poprzedni (sklepać w celu zmniejszenia średnicy otworu), a następnie oczyścić i pocynować powierzchnię obu końców osłony. Przed rozpoczęciem lutowania końce łączonych odcinków kabla powinny zostać unieruchomione. Lutowanie należy wykonać spoiwem LC-30, formując z lutowia starannie wygładzoną główkę o kształcie pokazanym na rys. 3-18, gdzie uwidoczniono pra-




Rys. 3-18. Wygląd złącza przelotowego w osłonie ołowianej

widłowo wykonane złącze. Długość powierzchni powłoki kabla pokrytej spoiwem powinna wynosić od 15 do 25 cm, w zależności od średnicy łączonych kabli. Po wygładzeniu główki należy ochłodzić ją przez pocieranie stearyną.

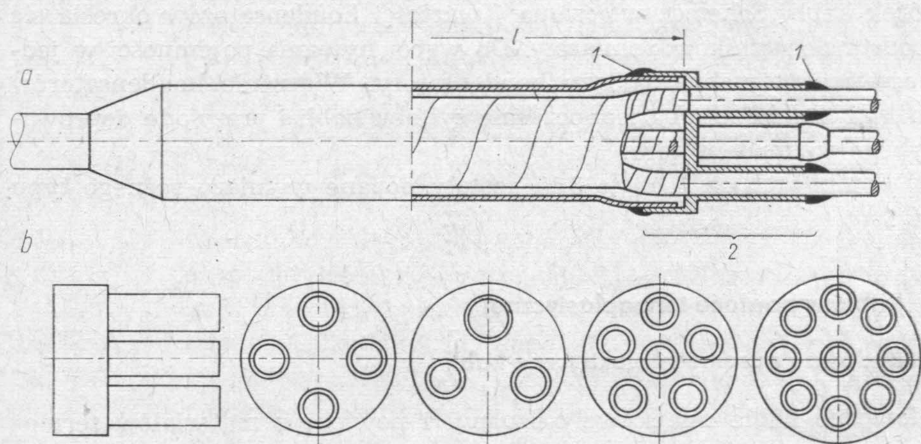
Bardzo podobnie przebiega proces montowania złączy odgałęźnych i rozdzielczych, które mogą być wykonywane dwojako — z nasadą palcową lub bez nasady. Różnica w montażu złącza rozdzielczego bez nasady palcowej polega tylko na sposobie wykonania osłony, której wygląd pokazano na rys. 3-19. Osłonę po nasunięciu jej na złącze należy sklepać wokół odgałęziających się kabli i przylutować zwracając uwagę, aby lutowie dokładnie wypełniło odstęp między osłoną a kablami.




Rys. 3-19. Wygląd złącza rozdzielczego bez nasady palcowej
a — widok złącza, b — sposób rozmieszczania kabli w złączu

W przypadku złączy odgałęźnych i rozdzielczych z nasadą palcową należy po nasunięciu osłony na złącze wprowadzić na jej poszerzony koniec nasadę palcową. Przy lutowaniu złącza spoiwo powinno dokładnie wypełnić odstęp między osłoną a kablem, między osłoną a pierścieniem nasady oraz między palcami a wprowadzonymi do nich kablami (rys. 3-20).

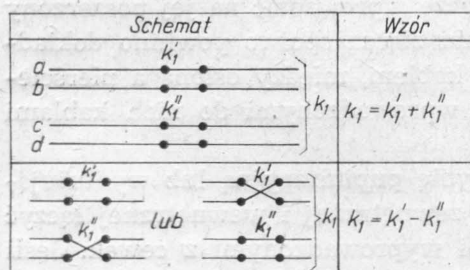
Włączając w danym złączu skrzynię pupinizacyjną lub wydłużającą należy po zdjęciu z niej pokrywy zewnętrznej i wewnętrznej łączyć odpowiednie żyły kabla z przewodami wyprowadzonymi z cewek. Jeśli pupinizacja ma obejmować tylko część wiązek kabla, wiązki niepupinizowane należy łączyć na wprost, z pominięciem cewek. Następnie należy wysuszyć złącze jedną z opisanych poprzednio metod. Po dołączeniu cewek należy nałożyć na nie pokrywę wewnętrzną skrzyni, przylutować ją do dolnej części tej skrzyni oraz wlutować powłokę kabla do obu jej




Rys. 3-20. Wygląd złącza rozdzielczego z nasadą palcową
a — widok złącza, b — nasady palcowe przystosowane do różnej liczby kabli wychodzących; 1 — lutowie, 2 — nasada palcowa

gardeł za pomocą spoiwa cynowo-ołowianego LC-30. Szczelność lutowania sprawdza się przez wtłoczenie do złącza suchego powietrza o ciśnieniu około 0,8 at (800 hPa) i namydleniu miejsc lutowanych, po czym obserwowaniu, czy wystąpią pęcherzyki powietrza w tych miejscach. Po stwierdzeniu, że lutowanie jest szczelne należy nałożyć pokrywę zewnętrzną skrzyni wraz z kołnierzami zaciskającymi kable po uprzednim nałożeniu na kabel (przy wejściu do skrzyni) uszczelek np. z taśmy papierowej nasyconej asfaltem; całość skręcić śrubami. Wolną przestrzeń między pokrywami (wewnętrzną i zewnętrzną) należy wypełnić zalewą kablową D, nalewając ją przez otwory wlewowe w pokrywie zewnętrznej.

Operację krzyżowania żył wykonuje się w sytuacji, gdy okaże się, że asymetria pojemności w kablu jest zbyt duża. Żyły krzyżuje się w odpowiedni sposób, wynikający z pomiarów i zasad krzyżowania (patrz tablica 2.13), według schematu podanego na rys. 3-21.




Rys. 3-21
Schematyczne ujęcie różnych wariantów krzyżowania żył w złączach

Złącza równoległe wykonuje się przez skręcanie ze sobą i zlutowanie końców trzech żył, przy czym miejsca połączeń izoluje się tulejkami papierowymi o średnicy 4,5÷5,5 mm.

Złącza kondensatorowe wykonuje się przez włączenie kondensatorów wyrównawczych o określonych pojemnościach między żyły różnych czwórek kabli. Schemat włączania i wartości kondensatorów określa się na podstawie wyników pomiarów. Do wyrównywania pojemności w jednej czwórce potrzebne są trzy kondensatory. Włączenie kondensatorów wymaga łączenia ze sobą jednocześnie żył obu kabli i przewodu doprowadzającego do kondensatora.

W tablicach od 3.14 do 3.17 zostały podane wymiary różnego typu złączy.

## 3.3. Kable w powłoce termoplastycznej

### 3.3.1. Budowa i parametry elektryczne kabli

Telefoniczne kable miejscowe o izolacji i powłoce z materiałów termoplastycznych są stosowane przede wszystkim w sieciach miejscowych. Stosuje się następujące typy kabli miejscowych w tworzywach termoplastycznych:

**Parametry konstrukcyjne złączy przelotowych na kablach TKM o różnych żyłach**

Tablica 3.14

| Liczba czwórek kabla | Długość zdejmowanego odcinka powłoki [mm] | | Średnica wewnętrzna osłony [mm] | | Grubość ścianki osłony [mm] | | Długość osłony [mm] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | żyła do 0,6 mm | żyła 0,8 mm | żyła do 0,6 mm | żyła 0,8 mm | żyła do 0,6 mm | żyła 0,8 mm | żyła do 0,6 mm | żyła 0,8 mm |
| 5 | 115 | 160 | 18 | 25 | 2,0 | 2,0 | 150 | 200 |
| 10 | 210 | 160 | 18 | 40 | 2,0 | 2,5 | 250 | 200 |
| 15 | 160 | 160 | 25 | 40 | 2,0 | 2,5 | 200 | 200 |
| 20 | 210 | 210 | 25 | 40 | 2,0 | 2,5 | 250 | 250 |
| 25 | 160 | 160 | 40 | 55 | 2,5 | 3,0 | 200 | 200 |
| 30 | 210 | 210 | 40 | 55 | 2,5 | 3,0 | 250 | 250 |
| 40 | 210 | 210 | 40 | 55 | 2,5 | 3,0 | 250 | 250 |
| 50 | 260 | 240 | 40 | 70 | 2,5 | 3,5 | 300 | 300 |
| 75 | 260 | 280 | 55 | 70 | 3,0 | 3,5 | 300 | 350 |
| 100 | 330 | 390 | 55 | 70 | 3,0 | 3,5 | 400 | 450 |
| 150 | 430 | 390 | 55 | 85 | 3,0 | 3,5 | 500 | 450 |
| 200 | 430 | 430 | 70 | 85 | 3,5 | 3,5 | 500 | 500 |
| 250 | 480 | 480 | 70 | 100 | 3,5 | 3,5 | 550 | 550 |
| 300 | 480 | 530 | 85 | 100 | 3,5 | 3,5 | 550 | 600 |
| 450 | 480 | | 100 | | 3,5 | | 550 | |

**Parametry konstrukcyjne złączy odgałęźnych na kablach TKM o różnych żyłach**

Tablica 3.15

| Liczba czwórek kabla | Długość zdejmowanego odcinka powłoki [mm] | | Średnica wewnętrzna osłony [mm] | | Grubość ścianki osłony [mm] | | Długość osłony [mm] | | Średnica wewnętrzna pierścienia nasady palcowej [mm] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | żyła do 0,6 mm | żyła 0,8 mm | żyła do 0,6 mm | żyła 0,8 mm | żyła do 0,6 mm | żyła 0,8 mm | żyła do 0,6 mm | żyła 0,8 mm | żyła do 0,6 mm | żyła 0,8 mm |
| 75 | 280 | 310 | 55 | 70 | 3,0 | 3,5 | 300 | 350 | 70 | 85 |
| 100 | 360 | 410 | 55 | 70 | 3,0 | 3,5 | 400 | 450 | 70 | 85 |
| 150 | 460 | 410 | 55 | 85 | 3,0 | 3,5 | 500 | 450 | 85 | 100 |
| 200 | 460 | 460 | 70 | 85 | 3,5 | 3,5 | 500 | 500 | 85 | 100 |
| 250 | 500 | 500 | 70 | 100 | 3,5 | 3,5 | 550 | 550 | 100 | 120 |
| 300 | 460 | 550 | 85 | 100 | 3,5 | 3,5 | 500 | 600 | 110 | 120 |
| 450 | 500 | | 100 | | 3,5 | | 550 | | 120 | |

XTKMX — telekomunikacyjny (T) kabel (K) miejscowy (M) o izolacji polietylenowej (X) i powłoce polietylenowej (X), z zaporą przeciwwilgociową;

XTKMXFtx — telekomunikacyjny (T) kabel (K) miejscowy (M) o izolacji polietylenowej (X) i powłoce polietylenowej (X), z zaporą przeciwwilgociową, opancerzony taśmami stalowymi (Ft), z osłoną polietylenową (x);

XTKMXFox — telekomunikacyjny (T) kabel (K) miejscowy (M) o izolacji polietylenowej (X) i powłoce polietylenowej (X), z za-

Parametry nasady palcowej dla różnych typów kabla TKM Tablica 3.16

| Liczba czwórek kabli odgałęziających się | Średnica żył [mm] | Średnica wewnętrzna palca [mm] | Grubość ścianki palca [mm] | Długość palca [mm] | Rodzaj kabli TKM, których powłoki mogą być zastosowane do wykonania palców (odpady użytkowe) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 25 | 0,4—0,5 | 17,0 | 1,5 | 80 | 50×4×0,5 |
| 30 | 0,4—0,5 | 18,0 | 1,5 | 80 | 50×4×0,5 |
| 40 | 0,4—0,5 | 20,0 | 1,5 | 80 | 50×4×0,6 |
| 50 | 0,4—0,5 | 21,0 | 2,0 | 80 | 100×4×0,4 |
| 75 | 0,4—0,5 | 26,0 | 2,0 | 80 | 150×4×0,4 |
| 100 | 0,4—0,5 | 29,0 | 2,0 | 80 | 150×4×0,5 |
| 150 | 0,4—0,5 | 34,0 | 2,0 | 80 | 200×4×0,5 |
| 200 | 0,4—0,5 | 38,0 | 2,5 | 80 | 200×4×0,6 |
| 250 | 0,4—0,5 | 43,0 | 2,5 | 100 | 250×4×0,6 |
| 300 | 0,4—0,5 | 47,0 | 2,5 | 100 | 300×4×0,6 |
| 25 | 0,6 | 19,0 | 1,5 | 80 | 75×4×0,4 |
| 30 | 0,6 | 20,0 | 1,5 | 80 | 50×4×0,6 |
| 40 | 0,6 | 21,0 | 2,0 | 80 | 100×4×0,4 |
| 60 | 0,6 | 24,0 | 2,0 | 80 | 75×4×0,6 |
| 75 | 0,6 | 29,0 | 2,0 | 80 | 150×4×0,5 |
| 100 | 0,6 | 33,0 | 2,0 | 80 | 200×4×0,5 |
| 150 | 0,6 | 39,0 | 2,5 | 80 | 200×4×0,6 |
| 200 | 0,6 | 45,0 | 2,5 | 80 | 450×4×0,4 lub 200×4×0,7 |
| 250 | 0,6 | 50,0 | 2,5 | 100 | 250×4×0,7 |
| 300 | 0,6 | 54,0 | 2,5 | 100 | 300×4×0,7 |
| 50 | 0,7 | 27,0 | 2,0 | 80 | 75×4×0,7 lub 100×4×0,6 |
| 75 | 0,7 | 33,0 | 2,0 | 80 | 200×4×0,5 |
| 100 | 0,7 | 37,0 | 2,0 | 80 | 300×4×0,4 |
| 150 | 0,7 | 45,0 | 2,5 | 100 | 200×4×0,7 lub 450×4×0,4 |
| 200 | 0,7 | 51,0 | 2,5 | 100 | 200×4×0,8 |
| 250 | 0,7 | 56,0 | 2,5 | 100 | 250×4×0,8 |
| 300 | 0,7 | 61,0 | 2,5 | 100 | 300×4×0,8 |
| 50 | 0,8 | 30,0 | 2,0 | 80 | 200×4×0,4 |
| 75 | 0,8 | 36,0 | 2,0 | 80 | 300×4×0,4 lub 100×4×0,8 |
| 100 | 0,8 | 42,0 | 2,5 | 80 | 250×4×0,6 |
| 150 | 0,8 | 50,0 | 2,5 | 100 | 250×4×0,7 |
| 200 | 0,8 | 58,0 | 2,5 | 100 | 250×4×0,8 |
| 250 | 0,8 | 64,0 | 2,5 | 100 | 300×4×0,8 |
| 300 | 0,8 | 70,0 | 2,5 | 100 | |

porą przeciwwilgociową, opancerzony drutami stalowymi okrągłymi (Fo), z osłoną polietylenową (x).

Żyły kabli są wykonane z miękkiego drutu miedzianego o średnicy: 0,4; 0,5; 0,6 lub 0,8 mm. Średnica żył lokalizacyjnych wynosi 0,5 mm. Średnica znamionowa żyły uziemiającej wynosi co najmniej 0,4 mm. Ży-

**Parametry konstrukcyjne złączy rozdzielczych na kablach TKM o różnych żyłach**

Tablica 3.17

| Liczba czwórek kabla | Długość zdejmowanego odcinka powłoki [mm] | Osłona | | | Średnica wewnętrzna pierścienia nasady palcowej [mm] |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Średnica wewnętrzna [mm] | Grubość ścianki [mm] | Długość [mm] | |
| Żyły 0,4; 0,5 oraz 0,6 mm | | | | | |
| 50 | 260 | 40 | 2,5 | 300 | — |
| 100 | 330 | 55 | 3,0 | 400 | — |
| 150 | 460 | 55 | 3,0 | 500 | 85 |
| 200 | 460 | 70 | 3,5 | 500 | 85 |
| 250 | 500 | 70 | 3,5 | 550 | 100 |
| 300 | 460 | 85 | 3,5 | 500 | 100 |
| 450 | 460 | 120 | 3,5 | 500 | 130 |
| Żyły 0,8 mm | | | | | |
| 50 | 240 | 70 | 3,5 | 300 | — |
| 100 | 390 | 70 | 3,5 | 450 | — |
| 150 | 410 | 85 | 3,5 | 450 | 100 |
| 200 | 460 | 85 | 3,5 | 500 | 100 |
| 250 | 500 | 100 | 3,5 | 550 | 120 |
| 300 | 460 | 120 | 3,5 | 500 | 130 |

Parametry nasady palcowej:
średnica wewnętrzna palca — 24 mm
grubość ścianki palca — 2,0 mm
długość palca — 80 mm
szerokość pierścienia — 50 mm
grubość ścianki denka — 3 mm

**Grubość izolacji polietylenowej żył kabli XTKMX**

Tablica 3.18

| Średnica żyły [mm] | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 |
|---|---|---|---|---|
| Orientacyjna grubość izolacji [mm] | 0,14 | 0,15 | 0,18 | 0,23 |

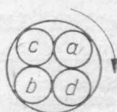
ła uziemiająca bywa wykonywana również w postaci taśmy miedzianej o grubości co najmniej 0,15 mm i przekroju co najmniej 0,125 mm$^2$.

Izolacja żył jest wykonana z polietylenu. Orientacyjna grubość izolacji polietylenowej żył podana jest w tablicy 3.18.

Polietylenowa izolacja żył lokalizacyjnych jest perforowana (cyklicznie nacinana) aż do gołej żyły w odstępach nie większych niż 100 mm.

Izolowane żyły są skręcane w wiązki czwórkowe gwiazdowe. Układ żył w czwórkach jest przedstawiony na rys. 3-22.

Wiązki czwórkowe są skręcone w pęczki elementarne, po 5 czwórek w każdym. Pęczki elementarne skręca się w ośrodek lub w pęczki pod-




Rys. 3-22
Układ żył w wiązce czwórkowej

**Sposób oznaczania żyły *a* w poszczególnych wiązkach kabla XTKMX**

Tablica 3.19

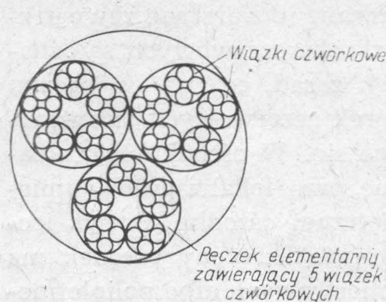
| Numer wiązki | Barwa żyły *a* |
|---|---|
| 1 | czerwona |
| 2 | niebieska |
| 3 | żółta |
| 4 | brązowa |
| 5 | biała |

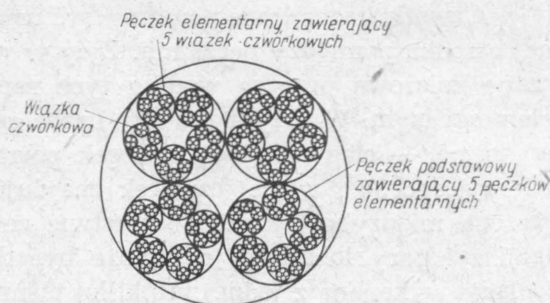
żyła *b*: naturalna
żyła *c*: zielona
żyła *d*: szara
} w każdej wiązce

**Barwy obwoju w kablu XTKMX**

Tablica 3.20

| Liczba czwórek w kablu | Liczba czwórek w pęczku | Rozmieszczenie pęczków w ośrodku | Barwy obwoju pęczków w poszczególnych warstwach |
|---|---|---|---|
| 5 | 5 | 1 | dowolna lub bez obrzutu |
| 10 | 5 | 2 | czerwona, niebieska |
| 15 | 5 | 3 | czerwona, niebieska, żółta |
| 25 | 5 | 5 | czerwona, niebieska, żółta, brązowa, żółta |
| 35 | 5 | 1+6 | czerwona + czerwona, niebieska, biała, zielona, biała, zielona |
| 50 | 5 | 3+7 | czerwona, niebieska, żółta + czerwona, niebieska, biała, zielona, biała, zielona, biała |
| 100 | 25 | 4 | czerwona, niebieska, żółta, brązowa |
| 150 | 25 | 1+5 | czerwona + czerwona, niebieska, biała, zielona, biała |
| 200 | 25 | 2+6 | czerwona, niebieska + czerwona, niebieska, biała, zielona, biała, zielona |
| 250 | 25 | 3+7 | czerwona, niebieska, żółta + czerwona, niebieska, biała, zielona, biała, zielona, biała |
| 400 | 50 | 2+6 | czerwona, niebieska + czerwona, niebieska, biała, zielona, biała, zielona |
| 500 | 50 | 3+7 | czerwona, niebieska, żółta + czerwona, niebieska, biała, zielona, biała, zielona, biała |
| 750 | 50 | 1+5+9 | czerwona + czerwona, niebieska, biała, zielona, biała + czerwona, niebieska, żółta, brązowa, żółta, brązowa, żółta, brązowa, żółta |
| 1000 | 50 | 2+7+11 | czerwona, niebieska + czerwona, niebieska, biała, zielona, biała, zielona, biała + czerwona, niebieska, żółta, brązowa, żółta, brązowa, żółta, brązowa, żółta, brązowa, żółta |




Rys. 3-23. Budowa ośrodka kabla XTKMX 15×4

Rys. 3-24. Budowa ośrodka kabla XTKMX 100×4

stawowe 25- albo 50-czwórkowe, które z kolei są także skręcane w ośrodek. Kable o liczbie czwórek do 50 są skręcane z 5-czwórkowych pęczków elementarnych. Ośrodki kabli zawierających od 100 do 250 czwórek są skręcone z pęczków podstawowych 25-czwórkowych; ośrodki kabli złożonych z 400÷1000 czwórek są skręcone z pęczków podstawowych 50--czwórkowych.

Poszczególne żyły w wiązkach i wiązki w pęczkach elementarnych są rozróżniane za pomocą różnej barwy izolacji (p. tablica 3.19).

Pęczki (elementarne, podstawowe) są obrzucone barwną przędzą lub taśmą poliestrową. Pojedynczy pęczek stanowiący ośrodek kabla może mieć obrzut z przędzy dowolnej barwy lub nie mieć go wcale. Układ pęczków w ośrodkach kabli i barwne oznaczenie pęczków powinno być zgodne z zasadami ujętymi w tablicy 3.20.

Na rysunkach 3-23 i 3-24 pokazano budowę różnych typów kabla XTKMX. Kierunek liczenia wiązek w pęczkach, pęczków elementarnych w pęczkach podstawowych i pęczków podstawowych w ośrodku (na tym końcu gotowego, nawiniętego na bębnie kabla, który znajduje się z wierzchu) powinien być zgodny z kierunkiem ruchu wskazówek zegara. Kable z żyłami o średnicach 0,4; 0,5 oraz 0,6 mm mogą zawierać wiązki rezerwowe w takiej ilości, jaka wynika z tablicy 3.21.

**Stosowana liczba czwórek rezerwowych, zależnie od rodzaju kabla XTKMX** Tablica 3.21

| Liczba czwórek w kablu | Liczba czwórek rezerwowych o żyle | |
|---|---|---|
| | 0,4 mm | 0,5 i 0,6 mm |
| 50 | 1 | — |
| 100 | 2 | 1 |
| 150 | 2 | 1 |
| 200 | 2 | 1 |
| 250 | 4 | 2 |
| 400 | 5 | 3 |
| 500 | 6 | 4 |
| 750 | 7 | 4 |
| 1000 | 7 | 4 |

Czwórki rezerwowe powinny być usytuowane w warstwie zewnętrznej ośrodka pomiędzy pęczkami. Żyły w wiązkach rezerwowych są oznaczane kolorową przędzą według tych samych zasad, co żyły w pęczku elementarnym. W przypadku gdy liczba czwórek rezerwowych jest większa niż 5 — ciąg oznaczeń czwórek powtarza się. W ośrodku kabla zawierającego 50 i więcej czwórek znajduje się para lokalizacyjna, umieszczona między pęczkami w warstwie zewnętrznej ośrodka. Barwa izolacji żył pary lokalizacyjnej może być dowolna. Skręcony ośrodek ma izolację wykonaną z jednej lub kilku taśm poliestrowych albo poliolefinowych, nałożonych wzdłużnie lub spiralnie. Na izolację tę jest nałożona zapora przeciwwilgociowa, zwana barierą Glovera, wykonana z taśmy aluminiowej powleczonej jednostronnie lub dwustronnie warstwą polietylenu lub jego kopolimeru; zapora jest nałożona wzdłużnie na ośrodek kabla z zakładką, która powinna być spojona. W przypadku zapory przeciwwilgociowej powleczonej jednostronnie pod jej powierzchnią wewnętrzną (niepowleczoną) zostaje umieszczona żyła uziemiająca zapewniająca ciągłość elektryczną zapory, stanowiącej jednocześnie ekran. Na zaporę przeciwwilgociową jest nałożona (wytłaczana) powłoka polietylenowa (o grubości podanej w tablicy 3.22) w taki sposób, aby jej wewnętrzna powierzchnia była spojona z warstwą polietylenu lub kopolimeru, pokrywającą taśmę aluminiową. Średnicę zewnętrzną różnych typów kabla w powłoce termoplastycznej podano również w tablicy 3.22.

Kable opancerzone typu XTKMXFtx i XTKMXFox mają na powłoce polietylenowej poduszkę w postaci obwoju z taśm papierowych gładkich lub marszczonych lub ewentualnie ze sznurka polipropylenowego. Na poduszkę nałożony jest pancerz złożony z dwóch taśm stalowych o gru-

**Podstawowe wymiary różnych typów kabla XTKMX** Tablica 3.22

| Parametr / Liczba czwórek | Grubość powłoki polietylenowej [mm] | | | | **Średnica zewnętrzna kabla [mm]** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | żyła 0,4 mm | żyła 0,5 mm | żyła 0,6 mm | żyła 0,8 mm | **żyła 0,4 mm** | **żyła 0,5 mm** | **żyła 0,6 mm** | **żyła 0,8 mm** |
| 5 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | — | 7,4 | 8,2 | 9,1 | — |
| 10 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,5 | 9,1 | 10,2 | 11,4 | 14,3 |
| 15 | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 10,3 | 11,9 | 13,4 | 16,6 |
| 25 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 12,5 | 14,5 | 16,5 | 20,6 |
| 35 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 14,3 | 16,3 | 18,8 | 23,7 |
| 50 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,8 | 16,3 | 18,7 | 21,9 | 28,2 |
| 100 | 1,6 | 1,8 | 1,8 | 2,0 | 22,0 | 25,9 | 30,4 | 38,6 |
| 150 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 2,2 | 28,5 | 34,0 | 39,0 | 50,0 |
| 200 | 2,0 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 32,5 | 38,0 | 45,0 | 58,0 |
| 250 | 2,0 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 33,5 | 38,9 | 46,0 | 58,8 |
| 400 | 2,0 | 2,2 | 2,2 | — | 40,9 | 48,1 | 56,6 | — |
| 500 | 2,2 | 2,2 | 2,4 | — | 45,5 | 53,2 | 63,1 | — |
| 750 | 2,2 | — | — | — | 54,4 | — | — | — |
| 1000 | 2,4 | — | — | — | 62,3 | — | — | — |

Średnica zewnętrzna różnych typów kabla XTKMX opancerzonego Tablica 3.23

| Symbol kabla | Liczba czwórek | Średnica zewnętrzna kabla [mm] | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | żyła 0,4 mm | żyła 0,5 mm | żyła 0,6 mm | żyła 0,8 mm |
| XTKMXFtx | 50 | — | 27,3 | 30,5 | 36,9 |
| | 100 | 30,6 | 34,6 | 39,1 | 47,3 |
| | 150 | 36,5 | 42,0 | 47,0 | 58,0 |
| | 200 | 40,5 | 47,0 | 53,0 | 66,0 |
| | 250 | 42,1 | 47,6 | 54,6 | 67,6 |
| | 400 | 49,5 | 56,8 | 65,4 | — |
| | 500 | 54,1 | 61,8 | 71,7 | — |
| | 750 | 63,0 | — | — | — |
| | 1000 | 70,9 | — | — | — |
| XTKMXFox | 50 | — | 30,3 | 33,5 | 39,7 |
| | 100 | 33,6 | 37,4 | 41,9 | 51,1 |
| | 150 | 39,5 | 44,5 | 51,0 | 64,0 |
| | 200 | 43,5 | 50,5 | 59,0 | 72,0 |
| | 250 | 44,9 | 51,4 | 60,4 | 75,4 |
| | 400 | 53,3 | 62,6 | 71,2 | — |
| | 500 | 59,9 | 67,6 | 77,5 | — |
| | 750 | 68,8 | — | — | — |
| | 1000 | 76,7 | — | — | — |

bości 0,5 mm każda lub z drutu stalowego o grubości 2,5÷5,0 mm, nawiniętego śrubowo na kabel. Na pancerz z drutu stalowego może być nawinięta — w kierunku przeciwnym do kierunku nawijania drutu — spirala przeciwskrętna wykonana z taśmy stalowej. Na pancerz nakłada się techniką wytłaczania osłonę z polietylenu o grubości 2 mm. Grubości taśmy stalowej, średnicę drutów stalowych oraz średnice zewnętrzne dla różnych typów kabla zestawiono w tablicy 3.23.

Oporność żył w jednym kilometrze gotowego kabla w temperaturze 20°C nie powinna przekraczać wartości podanych w tablicy 3.24.

**Dopuszczalna wartość oporności żyły kabla XTKMX** Tablica 3.24

| Średnica żyły [mm] | Oporność żyły [Ω] |
|---|---|
| 0,4 | 155,0 |
| 0,5 | 97,4 |
| 0,6 | 68,8 |
| 0,8 | 38,7 |

Wartość pojemności skutecznej torów macierzystych powinna wynosić 50 nF/km (maksymalna wartość nie powinna przekraczać 57,5 nF/ /km).

Asymetria pojemności w czwórkach ($k_1$ — patrz tablica 2.11) dla odcinka o długości $l_0$ = 600 m nie powinna być większa niż 500 nF, przy

czym dla 10% pomiarów dopuszcza się asymetrię do 1000 pF. Dla odcinków o długości $l$ = 300÷600 m wartość asymetrii pojemności oblicza się, mnożąc podane wartości przez współczynnik równy $\frac{1}{2}\left(\frac{l}{l_0}+\sqrt{\frac{l}{l_0}}\right)$.

Dla odcinków o długości $l$ mniejszej niż 300 m wartość asymetrii pojemności przyjmuje się taką, jak dla 300 m.

Oporność izolacji żyły w gotowym kablu (odniesiona do jednego kilometra) względem pozostałych żył połączonych ze sobą i z ekranem powinna wynosić co najmniej 5000 MΩ.

Kable typu XTKMX przeznaczone są do układania w kanalizacji kablowej lub bezpośrednio w ziemi na terenach, na których istnieje niewielkie zagrożenie uszkodzeniami mechanicznymi.

Kable typu XTKMXFtx i XTKMXFox są przeznaczone do układania bezpośrednio w ziemi na terenach o dużym zagrożeniu uszkodzeniami mechanicznymi (tereny górnicze, przejścia rzeczne). Kable te można układać przy temperaturze otoczenia nie niższej niż —30°C.

### 3.3.2. Montaż kabli w powłoce termoplastycznej

Narzędzia do montażu

W skład zestawu narzędzi niezbędnych do montażu kabli w powłokach termoplastycznych wchodzą:
— podstawowy zestaw narzędzi monterskich opisany w punkcie 2.1,
— szczotka druciana z krótkim włosem (szczotka pilnikowa),
— urządzenie do przecinania powłoki kabla,
— urządzenie do wycinania otworów w powłoce kabla.

Przygotowanie miejsca pracy

I. Kable XTKMX

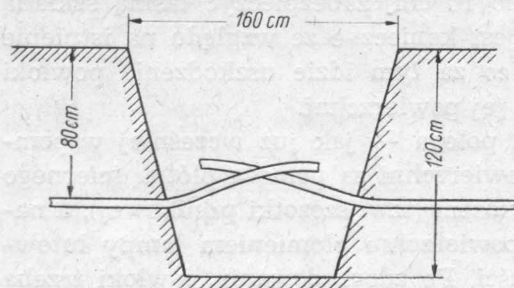
Kable XTKMX są kablami kanałowymi, w związku z czym montuje się je zawsze w studniach kablowych.

Przystępując do montażu należy przede wszystkim przygotować odpowiednio miejsce pracy w studni kablowej, a więc wywietrzyć, osuszyć i oczyścić tę studnię. Trzeba pamiętać, iż do studni nie wolno wchodzić przed upewnieniem się, że nie ma w niej gazu.

Po przygotowaniu studni kablowej należy ułożyć i umocować na konsolach końce przeznaczonego do montażu kabla w taki sposób, aby zapewnić sobie wygodne warunki pracy.

II. Kable XTKMXFtx lub XTKMXFox

Kable sieci miejscowej prowadzone w osiedlach pozbawionych kanalizacji kablowej oraz kable łącznikowe wychodzące poza istniejącą kanalizację trzeba układać bezpośrednio w ziemi. W takich wypadkach stosuje




Rys. 3-25
Prawidłowo przygotowany dół monterski

się kable opancerzone taśmami stalowymi (XTKMXFtx) lub stalowymi drutami okrągłymi (XTKMXFox).

Przed rozpoczęciem montażu kabla ziemnego należy oczywiście przygotować dół monterski. Prawidłowo wykopany dół monterski powinien mieć wymiary zgodne z podanymi na rys. 3-25. Jeśli teren pracy jest bagnisty, należy utwardzić dno wykopanego dołu w miejscu, gdzie będzie się znajdowało złącze; jest to szczególnie ważne w wypadku wykonywania złączy skrzyniowych. W razie nieutwardzenia dna dołu monterskiego może z czasem nastąpić osiadanie złącza, a w konsekwencji — uszkodzenie kabla.

**3.3.2.1. Przygotowanie końców kabla**

Po przygotowaniu miejsca pracy należy przystąpić do przygotowania końców kabla do montażu złącza.

W przypadku kabli ziemnych najpierw należy zdjąć osłonę antykorozyjną z pancerza kabla, a następnie pancerz owinąć kilkoma zwojami drutu (najczęściej stosowane są do tego celu gołe żyły miedziane). Drut ten trzeba przylutować do pancerza na całym obwodzie kabla — aby pancerz się nie rozwijał. Następnie należy obciąć pancerz w odległości około 5 mm od przylutowanej obrączki z drutu i odsłonić powłokę polietylenową kabla.

Przygotowanie do montażu samych powłok jest już identyczne w przypadku obu typów kabli — tzn. ziemnych i kanałowych. Należy zaznaczyć, że poprawne przygotowanie powłoki kabla decyduje o szczelności zmontowanego złącza. Zależnie od okoliczności złącze można zamykać metodą kitową lub metodą zalewania, przy czym czynności poprzedzające tę operację są w obu przypadkach identyczne.

Przed zdjęciem powłoki polietylenowej końce kabli należy oczyścić i ułożyć w taki sposób, by zachodzące na siebie odcinki były nieco dłuższe niż to wynika z rozmiarów złącza. Następnie należy odmierzyć i zaznaczyć jednym zwojem drutu (żyła kablowa) odcinek, na którym będzie zdjęta powłoka (w celu połączenia ośrodka kabla). Z kolei odmierzyć odcinek powłoki, który ma być poddany tzw. degradowaniu, a dalszą

część powłoki (na przestrzeni około 10 cm) zabezpieczyć taśmą szklaną lub azbestową. Zabezpieczenie to jest konieczne ze względu na istnienie niebezpieczeństwa przegrzania, a co za tym idzie uszkodzenia powłoki kabla podczas degradowania części jej powierzchni.

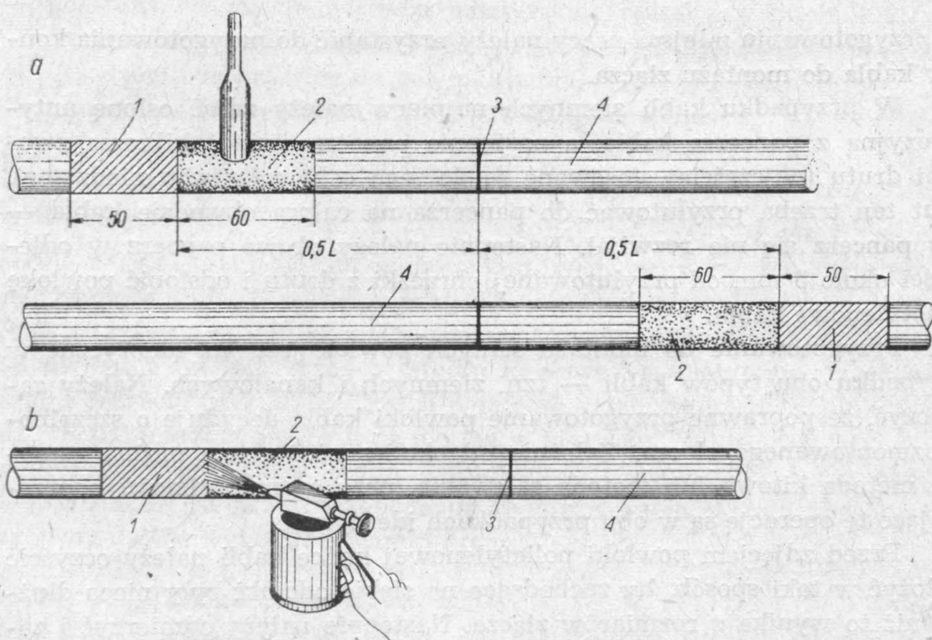
Degradowanie powłoki kabla polega — jak już wcześniej wspomniano — na schropowaceniu jej powierzchni za pomocą płótna ściernego lub szczotki drucianej z krótkim włosem (tzw. szczotki pilnikowej), a następnie opaleniu schropowaconej powierzchni płomieniem lampy lutowniczej aż do uzyskania jej szklistości. Po zdegradowaniu powłoki trzeba ją odtłuścić denaturatem i zabezpieczyć przed zabrudzeniem kilkoma zwojami czystego bandaża kablowego lub taśmy papierowej.

Na rysunku 3-26 pokazano kolejność czynności związanych z przygotowaniem i degradacją powłoki kabla, a w tablicy 3.25 podano podstawowe wymiary złączy.

Prawidłowo wykonana degradacja powłoki kabla zapewnia uzyskanie dobrej przyczepności kitu epoksydowego lub żywicy poliuretanowej do powłoki kabla, a co za tym idzie — szczelności wykonanego złącza.

Po wykonaniu tych czynności można przystąpić do zdejmowania powłoki z końców kabla.

Niezależnie od wspomnianych metod zamykania złączy, w pewnych przypadkach stosuje się także w tym celu różne typy tzw. rur termokurczliwych. Czynności poprzedzające zamykanie złącza za pomocą rury




Rys. 3-26. Przebieg degradowania powłoki kabla
a — czyszczenie powłoki kabla szczotką drucianą, b — opalanie powłoki płomieniem lampy lutowniczej; 1 — taśma ognioodporna, 2 — część powłoki kabla oczyszczona szczotką, 3 — przewiązka wyznaczająca środek złącza, 4 — powłoka

Parametry konstrukcyjne złącza przelotowego kabla XTKMX uszczelnianego metodą kitową zwykłą

Tablica 3.25

| Liczba czwórek w kablu | Długość złącza [mm] | Średnica wewnętrzna osłony [mm] | Długość osłony [mm] | Szerokość degradowanych odcinków powierzchni [mm] | Szerokość krążków centrujących [mm] | Przekrój linki do zapór przeciwwilgociowych [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Żyły 0,4 mm | | | | | | |
| 5 | 130 | 20 | 240 | 80 | 30 | 2,5 |
| 10 | 130 | 30 | 240 | 80 | 30 | 2,5 |
| 15 | 130 | 30 | 240 | 80 | 30 | 2,5 |
| 25 | 170 | 40 | 280 | 83 | 30 | 2,5 |
| 35 | 230 | 40 | 340 | 83 | 30 | 2,5 |
| 50 | 230 | 50 | 340 | 87 | 30 | 2,5 |
| 100 | 300 | 70 | 430 | 103 | 40 | 2,5 |
| 150 | 300 | 70 | 430 | 103 | 40 | 6,0 |
| 200 | 360 | 70 | 490 | 103 | 40 | 6,0 |
| 250 | 420 | 80 | 550 | 107 | 40 | 6,0 |
| 400 | 480 | 100 | 620 | 122 | 40 | 6,0 + 2,5 |
| 500 | 520 | 110 | 660 | 125 | 40 | 6,0 + 2,5 |
| 750 | 580 | 120 | 730 | 135 | 40 | 6,0 + 2,5 |
| 1000 | 640 | 150 | 790 | 140 | 40 | 6,0 + 2,5 |
| Żyły 0,5 mm | | | | | | |
| 5 | 130 | 20 | 240 | 80 | 30 | 2,5 |
| 10 | 130 | 30 | 240 | 80 | 30 | 2,5 |
| 15 | 170 | 30 | 280 | 80 | 30 | 2,5 |
| 25 | 170 | 40 | 280 | 83 | 30 | 2,5 |
| 35 | 230 | 40 | 340 | 83 | 30 | 2,5 |
| 50 | 230 | 50 | 340 | 87 | 30 | 2,5 |
| 100 | 300 | 70 | 430 | 103 | 40 | 6,0 |
| 150 | 300 | 70 | 430 | 103 | 40 | 6,0 |
| 200 | 360 | 80 | 490 | 107 | 40 | 6,0 |
| 250 | 420 | 90 | 550 | 112 | 40 | 6,0 |
| 400 | 480 | 110 | 620 | 125 | 40 | 6,0 + 2,5 |
| 500 | 520 | 120 | 660 | 130 | 40 | 6,0 + 2,5 |
| Żyły 0,6 mm | | | | | | |
| 5 | 130 | 30 | 240 | 80 | 30 | 2,5 |
| 10 | 130 | 30 | 240 | 80 | 30 | 2,5 |
| 15 | 170 | 30 | 280 | 80 | 30 | 2,5 |
| 25 | 170 | 40 | 280 | 83 | 30 | 2,5 |
| 35 | 230 | 40 | 340 | 83 | 30 | 2,5 |
| 50 | 230 | 55 | 340 | 88 | 30 | 2,5 |
| 100 | 300 | 70 | 430 | 103 | 40 | 6,0 |
| 150 | 300 | 70 | 430 | 103 | 40 | 6,0 |
| 200 | 360 | 90 | 490 | 112 | 40 | 6,0 |
| 250 | 420 | 100 | 550 | 117 | 40 | 6,0 |
| 400 | 480 | 140 | 620 | 130 | 40 | 6,0 + 2,5 |
| 500 | 500 | 150 | 660 | 134 | 40 | 6,0 + 2,5 |

cd. tablicy 3.25

| Liczba czwórek w kablu | Długość złącza [mm] | Średnica wewnętrzna osłony [mm] | Długość osłony [mm] | Szerokość degradowanych odcinków powierzchni [mm] | Szerokość krążków centrujących [mm] | Przekrój linki do zapór przeciwwilgociowych [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Żyły 0,8 mm | | | | | | |
| 5 | 130 | 30 | 240 | 80 | 30 | 2,5 |
| 10 | 170 | 30 | 280 | 80 | 30 | 2,5 |
| 15 | 230 | 40 | 340 | 83 | 30 | 2,5 |
| 25 | 230 | 40 | 340 | 83 | 30 | 2,5 |
| 35 | 230 | 55 | 340 | 88 | 30 | 6,0 |
| 50 | 230 | 70 | 340 | 93 | 30 | 6,0 |
| 100 | 300 | 80 | 430 | 107 | 40 | 6,0 |
| 150 | 300 | 80 | 430 | 107 | 40 | 6,0 |
| 200 | 360 | 100 | 490 | 117 | 40 | 6,0 |
| 250 | 420 | 120 | 550 | 125 | 40 | 6,0 |

termokurczliwej polegają tylko na dokładnym oczyszczeniu i odtłuszczeniu tych odcinków powłoki, na których będzie położona rura i zdjęciu odpowiedniej części powłoki.

Po zdjęciu powłoki z końców kabla ośrodek należy rozszyć w celu ułatwienia późniejszego łączenia żył.

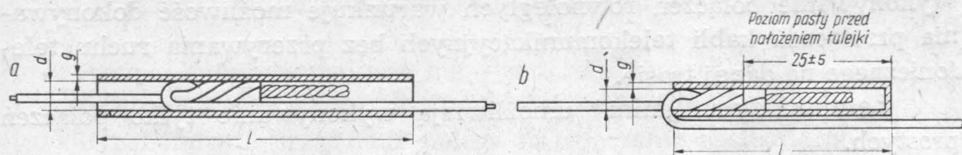
### 3.3.2.2. Łączenie ośrodków

Kable stosowane w sieci międzycentralowej i magistralnej składają się z bardzo dużej liczby czwórek, łączenie więc żył jest czynnością najbardziej pracochłonną w całym procesie wykonywania złącza. Pracochłonność ta wzrosła znacznie wraz z wprowadzeniem nowoczesnych konstrukcji kabli, w których żyły są izolowane polietylenem. W związku z tym opracowane zostały różne metody automatyzujące w pewnym stopniu proces łączenia żył, choć nadal jeszcze bardzo często trzeba opierać się na metodzie tradycyjnej — ręcznej.

### Metoda tradycyjna

Tradycyjna metoda — polegająca na skręcaniu i ewentualnym lutowaniu pozbawionych izolacji żył kabla — jest dotychczas najczęściej stosowaną metodą łączenia ośrodków kabli. Żyły o średnicach 0,4 i 0,5 mm są tylko skręcane ze sobą, natomiast żyły o średnicach 0,6 i 0,8 mm muszą być ponadto zlutowane. Skrętki są izolowane za pomocą polietylenowych tulejek izolacyjnych pustych lub napełnionych pastą silikonową.

Sposoby izolowania skrętek tulejkami przedstawiono na rys. 3-27, a wymiary i zastosowanie poszczególnych typów tulejek zostały podane w tablicy 3.26.




Rys. 3-27. Sposób izolowania skrętek tulejkami
a — tulejka pusta (dwustronnie otwarta), b — tulejka napełniana pastą silikonową (jednostronnie otwarta)

**Parametry polietylenowych tulejek nakładanych na skrętki żył kabla XTKMX**

Tablica 3.26

| Oznaczenie | Średnica zewnętrzna [mm] | Grubość ścianki [mm] | Długość [mm] | Rodzaj | Średnice łączonych żył [mm] | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 2 żyły goła/izolowana | 3 żyły goła/izolowana |
| TPN 1,9 | 1,9 | 0,4 | 35 | napełniana | 0,4/0,7 ÷ 0,5/0,8 | |
| TPN 2,2 | 2,2 | 0,4 | | | 0,6/1,0 | |
| TPN 2,6 | 2,6 | 0,4 | | | 0,8/1,3 | |
| TP 2,2 | 2,2 | 0,4 | 40 | pusta | 0,4/0,7 | |
| TP 2,6 | 2,6 | 0,4 | | | 0,5/0,8 | 0,4/0,7 |
| TP 3,3 | 3,3 | 0,4 | | | 0,6/1,0 | 0,5/0,8 |
| TP 4,2 | 4,2 | 0,5 | | | 0,8/1,3 | 0,6/1,0 |
| TP 5 | 5,0 | 0,5 | 50 | pusta | 0,9/1,5 | 0,8/1,3 |
| TP 6 | 6,0 | 0,5 | | | 0,8/2,2 ÷ 1,2/2,0 | |

**Mechaniczne łączenie żył**

a) metoda firmy AMP

Jedna z amerykańskich firm (AMP) oferuje cztery podstawowe urządzenia zaciskające do łączenia żył kablowych:

— cęgi ręczne MR 1 umożliwiające ręczne łączenie poszczególnych żył za pomocą każdorazowo zakładanych łączników,

— urządzenie MA 6 (ustawiane na specjalnym statywie) umożliwiające łączenie poszczególnych żył za pomocą pojedynczych łączników (też każdorazowo zakładanych),

— urządzenie MA 12 ustawiane na specjalnym statywie i umożliwiające kolejne łączenie żył łącznikami podawanymi automatycznie z bębna, zawierającego 1000 łączników,

— urządzenie MA 10 ustawiane na specjalnym statywie i umożliwiające jednoczesne łączenie pary żył łącznikami podawanymi z bębna, zawierającego 1000 łączników.

Do łączenia żył stosowane są łączniki typu PICABOND „mini" i „standard", różniące się od siebie budową, a co za tym idzie i możliwościami zastosowań.

Łączniki typu „standard" są łącznikami uniwersalnymi, umożliwiającymi wykonywanie zarówno połączeń prostych, jak i równoległych.

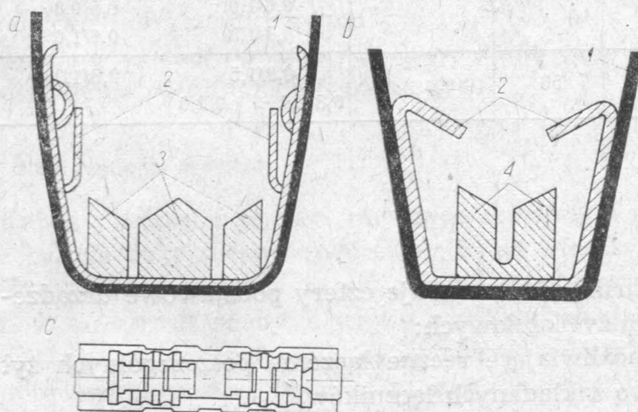
Wykonywanie połączeń równoległych warunkuje możliwość dokonywania przełączeń kabli telekomunikacyjnych bez przerywania ruchu telefonicznego na danej trasie.

Łączniki typu „mini" umożliwiają wykonywanie tylko połączeń prostych.

W tablicy 3.27 zestawiono rodzaje łączników firmy AMP (rys. 3-28).

**Typy łączników firmy AMP** Tablica 3.27

| Typ | Kolor | Średnica łączonych żył [mm] |
|---|---|---|
| STANDARD | zielony purpurowy | 0,4 ÷ 0,6 |
| | czerwony żółty | 0,5 ÷ 0,9 |
| MINI | niebieski | 0,4 ÷ 0,6 |
| | brązowy | 0,5 ÷ 0,9 |




Rys. 3-28
Wygląd łączników firmy AMP
a — standard,
b — mini,
c — widok z góry;
1 — izolacja,
2 — konstrukcja wsporcza,
3 — nóż dwuostrzowy,
4 — nóż jednoostrzowy

Stosowanie urządzeń MA 6, MA 12 i MA 10 jest opłacalne w przypadku montażu kabli wieloparowych zawierających co najmniej 25 czwórek. W przypadku kabli małoparowych (zawierających mniej niż 25 czwórek) wygodniej jest korzystać z cęgów ręcznych MR 1, stosowanych także podczas przełączania pojedynczych żył lub dokonywania poprawek.

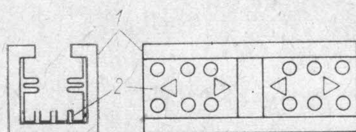
b) metoda firmy „Plessey"

Brytyjska firma „Plessey" zaproponowała do mechanicznego łączenia żył kablowych urządzenie wyposażone w pompę hydrauliczną napędzaną silnikiem elektrycznym oraz w głowicę połączoną z pompą hydrauliczną za pomocą giętkiego przewodu ciśnieniowego. Łączniki są automatycznie podawane z magazynka, zawierającego 50 łączników do głowicy wyposa-

żonej w szczęki zaciskające. Budowę takiego łącznika pokazano na rys. 3-29.

Pompa hydrauliczna jest napędzana silnikiem elektrycznym, zasilanym z akumulatora 24 V o pojemności około 80 Ah.

Uruchomienie urządzenia polega na włączeniu zasilania pompy hydraulicznej za pomocą przycisku umieszczonego z boku głowicy, której




Rys. 3-29
Budowa łącznika firmy „Plessey"
1 — izolacja termoplastyczna łącznika,
2 — perforowana blaszka kontaktowa

szczęki zaciskają się na łączniku pod wpływem ciśnienia hydrolu; jednocześnie następuje obcięcie niepotrzebnych końców łączonych żył.

Łączniki firmy „Plessey" umożliwiają łączenie ze sobą żył w izolacji termoplastycznej z żyłami w izolacji papierowo-powietrznej.

c) metoda firmy 3M

Inna firma amerykańska (3M) proponuje dwie metody mechanicznego łączenia żył kabla.

Pierwsza z nich jest przeznaczona do łączenia kabli wieloparowych o większej niż 25 liczbie czwórek. Połączenie jest realizowane za pomocą łączników modułowych normalnych, mini oraz supermini. Łączniki modułowe normalne i mini są przystosowane do jednoczesnego łączenia 25 par żył, a supermini — 20 lub 10 par. Tego typu łączniki składają się z podstawy, części środkowej — w którą wmontowane są kontakty typu U oraz noże obcinające zbędne odcinki żył — i przykrywki. Liczba kontaktów typu U oraz noży zależy od rodzaju łącznika.

Pary jednego odcinka kabla układa się na podstawie modułu i przykrywa częścią środkową, na której z kolei układa się w odpowiedniej kolejności pary drugiego odcinka. Po założeniu przykrywki dokonuje się połączenia poprzez zaciśnięcie łącznika za pomocą prasy pneumatycznej. W czasie zaciskania modułu następuje wtłoczenie żył w kontakty typu U (łączące poszczególne żyły ze sobą) oraz jednoczesne obcięcie zbędnych końców tych żył.

Budowę łącznika modułowego oraz sposób układania żył w łączniku uwidoczniono na rys. 3-30 ÷ 3-32.

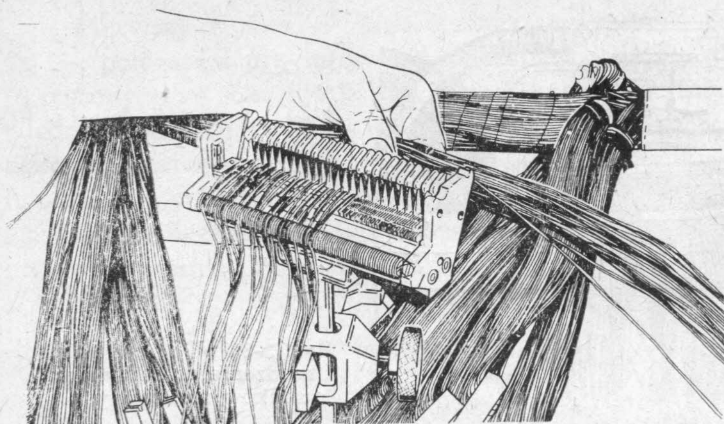
Druga ze wspomnianych metod firmy 3M jest opracowana z myślą o łączeniu kabli małoparowych. Połączenie jest realizowane za pomocą łączników guziczkowych *(scotchlok)*, które są zaciskane w specjalnych cęgach o profilowanych szczękach lub w automatycznych urządzeniach w kształcie pistoletu.

Na rysunku 3-33 przedstawiono budowę oraz realizację połączenia

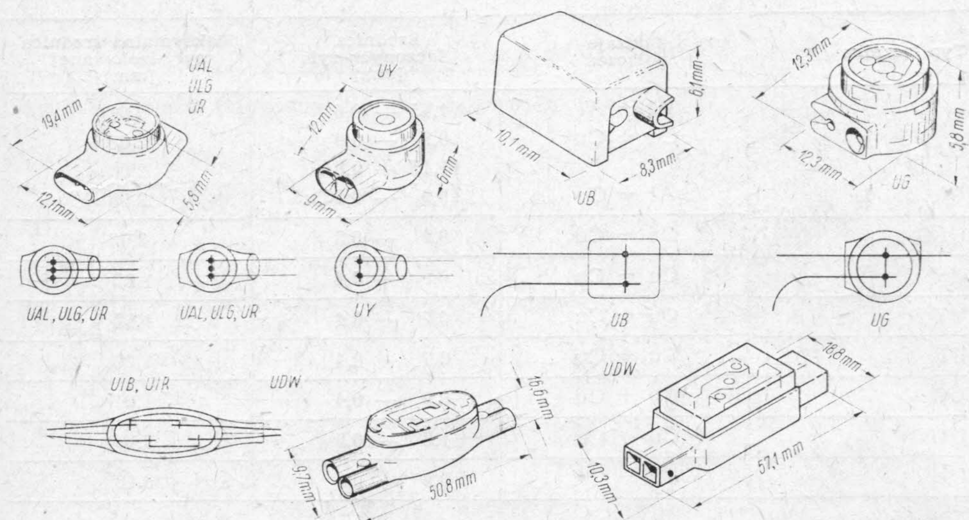
Rys. 3-30
Budowa łącznika modułowego
a — widok ogólny,
b — listwa środkowa,
c — podstawa;
1 — pokrywka,
2 — listwa środkowa,
3 — listwa podstawy,
4 — żyły kabla,
5 — nóż,
6 — prowadnica,
7 — wejście pomiarowe



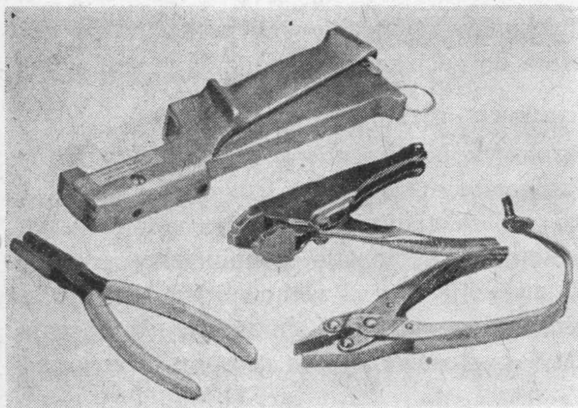
Rys. 3-31
Wygląd kontaktu typu U z żyłą



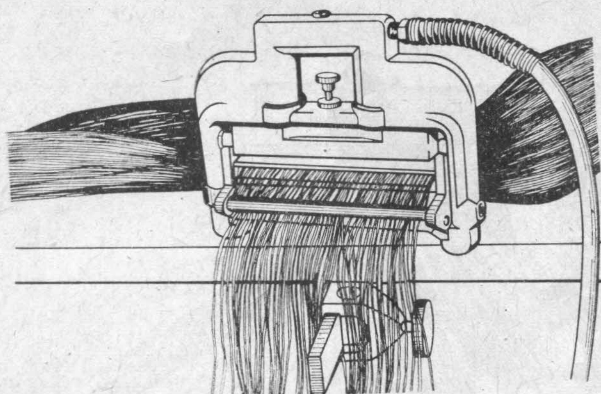
Rys. 3-32. Sposób układania żył kabla w łączniku modułowym




Rys. 3-33. Typy łączników guziczkowych i rodzaje uzyskiwanych za ich pomocą połączeń



Rys. 3-34
Narzędzia do zaciskania łączników guziczkowych



Rys. 3-35
Urządzenie do zamykania łączników modułowych

**Przeznaczenie poszczególnych typów łączników guziczkowych firmy 3M**

Tablica 3.28

| Typ łącznika | Rodzaje połączeń | Średnica łączonych żył [mm] | Maksymalna średnica żyły izolowanej [mm] |
|---|---|---|---|
| UAL | Al + Al | 1,15 — 0,8 | 2,08 |
| | Cu + Cu | 0,9 — 0,5 | 2,08 |
| | Al + Cu | 1,15 — 0,8Al | 2,08 |
| | | 0,9 — 0,5Cu | 2,08 |
| ULG | Cu + Cu | 0,9 — 0,5 | 2,08 |
| UR | Cu + Cu | 0,9 — 0,4 | 1,67 |
| UY | Cu + Cu | 0,7 — 0,4 | 1,52 |
| UB | Cu + Cu | 0,7 — 0,4 | 1,27 |
| UG | Cu + Cu | 0,9 — 0,4 | 1,67 |
| U1B | Cu + Cu | 1,3 — 0,9 | 3,18 |
| U1R | Cu + Cu | 0,9 — 0,5 | 3,18 |

za pomocą różnego typu łączników guziczkowych. W tablicy 3.28 zestawiono typy tych łączników oraz rodzaje uzyskiwanych za ich pomocą połączeń.

Narzędzia do zaciskania łączników guziczkowych pokazano na rys. 3-34, a na rys. 3-35 — urządzenie do zaciskania łączników modułowych.

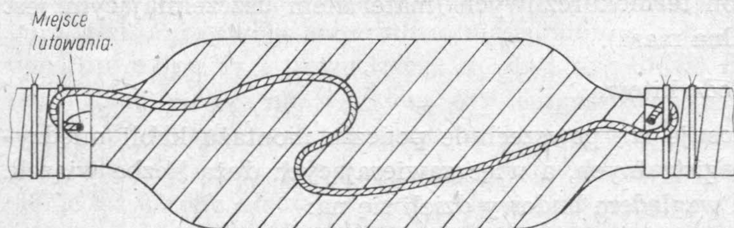
**Połączenie zapór przeciwwilgociowych**

Kolejną czynnością, którą należy wykonać po połączeniu ośrodka kabla, jest połączenie zapory przeciwwilgociowej.

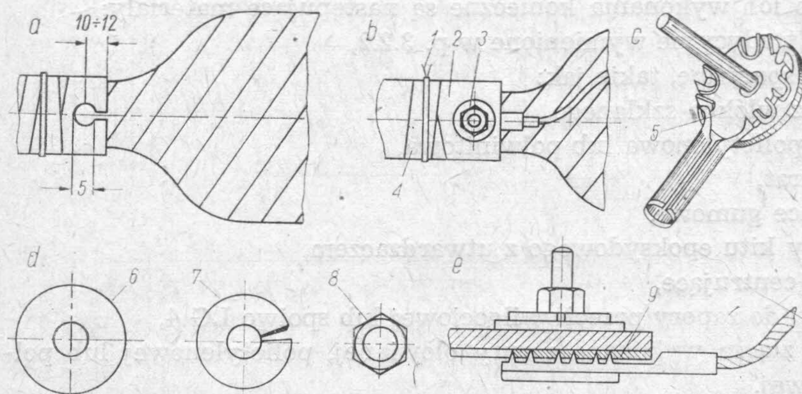
Zapora przeciwwilgociowa ma za zadanie nie tylko niedopuszczenie do przenikania wilgoci do wnętrza kabla, ale stanowi zarazem jego ekran przeciwzakłóceniowy. W związku z tym zachowanie elektrycznej ciągłości zapory na całej długości budowanej linii jest sprawą dużej wagi.

W przypadku kabli XTKMX są stosowane dwa sposoby łączenia zapory przeciwwilgociowej.

Pierwszy z nich — nie wymagający żadnych specjalnych narzędzi — polega na przylutowaniu do zapory kilku pozbawionych izolacji i skręconych ze sobą żył kabla. W tym celu delikatnie ścina się w odpowiednim miejscu powłokę polietylenową — zwracając uwagę, by nie uszkodzić zapory przeciwwilgociowej — a następnie za pomocą kolby lutowniczej pobiela się zaporę spoiwem LG 4, przylutowując skręcone i pobielone wcześniej żyły. Na rysunku 3-36 został uwidoczniony sposób przylutowywania przewodów do zapory przeciwwilgociowej.




Rys. 3-36. Sposób lutowania zapory przeciwwilgociowej




Rys. 3-37. Budowa łącznika i sposób łączenia zapory przeciwwilgociowej
a — przygotowanie powłoki, b — łącznik, c, d — elementy łącznika, e — zaciśnięty łącznik; 1 — przewiązka z drutu, 2 — powłoka polietylenowa, 3 — zaciśnięty łącznik, 4 — bandaż, 5 — końcówka ząbkowana, 6 — podkładki, 7 — podkładka sprężynująca, 8 — nakrętka, 9 — ekran aluminiowy

Zaporę przeciwwilgociową można także łączyć za pomocą specjalnych łączników, które przykręca się mechanicznie do powłoki kabla. Połączenie elektryczne następuje wówczas dzięki ostrzom, znajdującym się na końcówce łącznika. Do założenia łącznika potrzebne jest urządzenie umożliwiające wycięcie otworu w powłoce kabla oraz urządzenie do przecinania powłoki kabla. Budowę łącznika stosowanego do łączenia zapory przeciwwilgociowej oraz sposób łączenia zapór za jego pośrednictwem przedstawiono na rys. 3-37.

### 3.3.2.3. Zamykanie złączy

Po połączeniu i wysuszeniu ośrodka kabla oraz połączeniu zapory przeciwwilgociowej można przystąpić do zamykania złącza, tj. do przywrócenia ciągłości powłoki kabla. Złącza na kablach w powłoce termoplastycznej zamyka się — jak wspomniano — trzema metodami:

— metodą kitową, w przypadku której materiałem łączącym osłonę złącza z kablem jest kit epoksydowy,
— metodą zalewania; w tym przypadku materiałem uszczelniającym złącze jest żywica poliuretanowa,
— za pomocą osłon termokurczliwych (materiałem uszczelniającym jest klej lub specjalna masa).

I. Zamykanie metodą kitową

Metodę kitową stosuje się powszechnie podczas montażu kabli międzycentralowych i magistralnych, a więc zawierających dużą liczbę wiązek. Złącza kitowe pod względem budowy dzieli się na:
— zwykłe,
— wspornikowe.

Złącza kitowe zwykłe są złączami najczęściej stosowanymi w sieci kablowej. Do ich wykonania konieczne są następujące materiały:
a) materiały tradycyjne wymienione w p. 3.2.2,
b) materiały specjalne, takie jak:
   — taśma z włókna szklanego,
   — taśma polietylenowa lub polwinitowa,
   — denaturat,
   — rękawice gumowe,
   — zestawy kitu epoksydowego z utwardzaczem,
   — krążki centrujące,
   — łączniki do zapory przeciwwilgociowej lub spoiwo LG 4,
   — osłona złącza wykonana z rury ołowianej, polietylenowej lub polwinitowej.

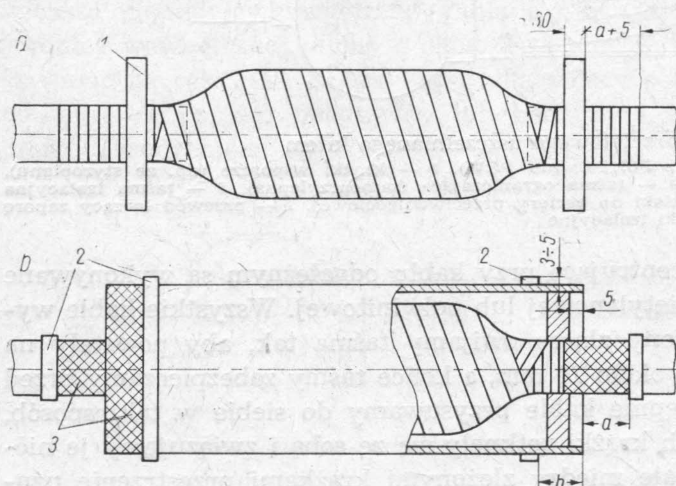
Osłona złącza wykonana z rury ołowianej powinna mieć dokładnie oczyszczone, pobielone spoiwem LC 30 i odtłuszczone końce. Osłona złącza wykonana z rury polietylenowej lub polwinitowej powinna mieć końce zdegradowane.

Przed rozpoczęciem zamykania złącza połączony ośrodek kabla należy owinąć taśmami polietylenowymi lub polwinitowymi. Następnie należy w odpowiednim miejscu w pobliżu złącza umieścić krążki centrujące. Krążki te mogą być wykonane ze styropianu jako jednoczęściowe (wtedy zakłada się je na kabel w trakcie przygotowywania końców kabla do montażu) lub dwudzielne (zakładane po uprzednim owinięciu połączonego ośrodka taśmą). Mogą one być także wykonane z taśmy polietylenowej lub polwinitowej nawiniętej centrycznie na kablu, przy czym koniec taśmy musi być zabezpieczony przed rozwijaniem się.

Osłonę złącza należy nasunąć na kabel w taki sposób, aby krawędzie jej wystawały po około 5 mm poza krążki. Następnie należy usunąć taśmę papierową chroniącą zdegradowaną powierzchnię przed zabrudzeniem oraz nawinąć taśmę ograniczającą rozmiary główki kitu.

Bardzo ważną sprawą podczas wykonywania złączy kitowych jest prawidłowe wymieszanie porcji żywicy epoksydowej z porcją utwardzacza. Kit należy mieszać ręcznie (w gumowych rękawicach ochronnych włożonych na dłonie posmarowane kremem ochronnym) aż do chwili, kiedy mieszanina przybierze jednolitą barwę oraz stanie się plastyczna i lepka. Rozerwana bryłka kitu nie powinna nosić śladów rozwarstwień barwnych ani grudek materiału o niejednolitym zabarwieniu. Jeżeli porcje kitu z żywicy i utwardzacza są zbyt twarde do wymieszania — co może mieć miejsce np. wówczas, gdy temperatura otoczenia jest niska — należy przed rozerwaniem opakowania rozgrzać je w gorącej wodzie.

Złącza kitowe należy wykonywać dwuetapowo; najpierw uszczelnia się jedną stronę złącza, a następnie — po przygotowaniu nowej porcji kitu — drugą stronę. Kolejne fazy zamykania złącza zostały uwidocznione na rys. 3-38. Aby złącze zostało dobrze uszczelnione, należy naj-




Rys. 3-38. Kolejne fazy zamykania złącza (a, h — patrz tablica 3.29)
a — zakładanie krążków centrujących, b — przygotowanie do uszczelnienia kitem;
1 — krążek centrujący, 2 — taśmy ograniczające, 3 — powierzchnia przygotowana do kitowania

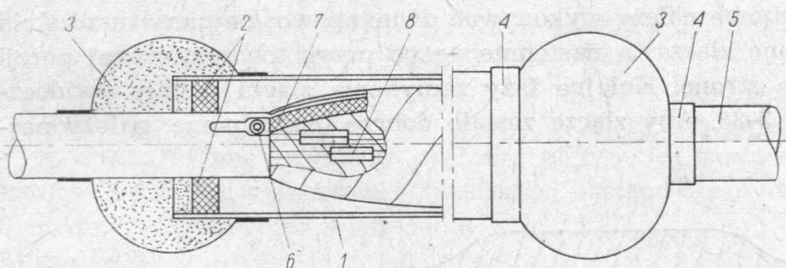
pierw wetrzeć równomiernie cienką warstwę kitu w przygotowane powierzchnie powłoki kabla i osłony złącza. Następnie można nakładać kolejno już nieco grubsze warstwy kitu, stopniowo ugniatając je, aby w formowanej główce nie pozostały pęcherzyki powietrza. Powierzchnię główki należy wygładzić szmatką zwilżoną w wodzie.

Czas utwardzania się główek kitu epoksydowego zależy w głównej mierze od temperatury otoczenia; i tak przy temperaturze około +20°C wynosi on około 4 godzin, a przy temperaturze 0°C — około 12 godzin.

Dlatego też bezpośrednio po nałożeniu kitu złącza nie wolno poruszać. Na rysunku 3-39 przedstawiono widok gotowego złącza przelotowego uszczelnionego kitem epoksydowym.

Po całkowitym utwardzeniu się kitu złącze wykonane w studni kablowej nie narażonej na wstrząsy należy zawiesić na konsolach. Złącza kabli znajdujące się na mostach oraz wszędzie tam, gdzie odbywa się wzmożony ruch ciężkich pojazdów (drgania podłoża) powinny być podparte (np. deską czy metalowym płaskownikiem) na całej długości w celu zabezpieczenia powłoki kabla przy złączu przed pękaniem.

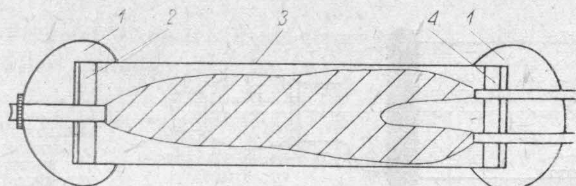
W przypadku złączy odgałęźnych uszczelnianych kitem epoksydowym należy pamiętać o konieczności połączenia zapór przeciwwilgociowych wszystkich kabli wychodzących ze złącza, przestrzegając zasady niełączenia w jednym punkcie kilku linek.




Rys. 3-39. Wygląd złącza przelotowego uszczelnianego kitem
1 — osłona złączowa (rura z Pb, PE, lub PCW), 2 — krążki wsporcze (np. ze styropianu), 3 — główki uszczelniające, 4 — taśma ograniczająca (samoprzylepna), 5 — taśma izolacyjna (folia PE lub PCW), 6 — zaciski do bariery przeciwwilgociowej, 7 — przewód łączący zaporę przeciwwilgociową, 8 — tulejki izolacyjne

Ponadto krążki centrujące przy kablu odgałęźnym są wykonywane wyłącznie z taśmy polietylenowej lub polwinitowej. Wszystkie kable wychodzące z jednej strony złącza owijamy taśmą tak, aby powstały na nich krążki o grubości około 10 mm, a końce taśmy zabezpieczamy przed rozwijaniem się. Następnie kable przysuwamy do siebie w taki sposób, żeby nawinięte na nich krążki zetknęły się ze sobą i związujemy je nićmi kablowymi. Powstałe między złożonymi krążkami przestrzenie uzupełniamy wkładkami ze zwiniętej taśmy; staramy się przy tym, aby kształt tak uformowanej wiązki kabli był zbliżony do koła. Wiązkę tę należy owinąć taśmą w taki sposób, aby uzyskać średnicę odpowiadającą wewnętrznej średnicy osłony złącza. Zwoje zewnętrzne taśmy należy zabezpieczyć przed rozwijaniem się. Przekrój gotowego złącza odgałęźnego został uwidoczniony na rys. 3-40.

W praktyce często zachodzi potrzeba rozebrania istniejącego złącza, czyli jego demontażu. W przypadku złącza kitowego zwykłego demontaż ten jest dość skomplikowany. Przede wszystkim należy piłką do metalu ściąć nadmiar kitu z główki tak, by możliwe było zsunięcie osłony złącza. Następnie należy nożem monterskim wydłubać część kitu spod kra-

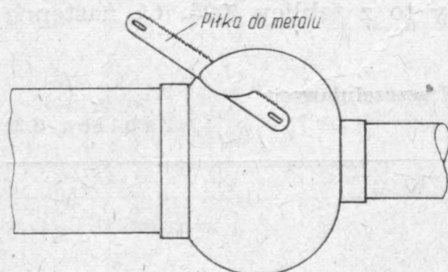


Rys. 3-40
Przekrój złącza odgałęźnego uszczelnianego kitem
1 — główki z kitu,
2 — krążek ze styropianu,
3 — osłona złączowa,
4 — krążek z taśmy PE lub PCW

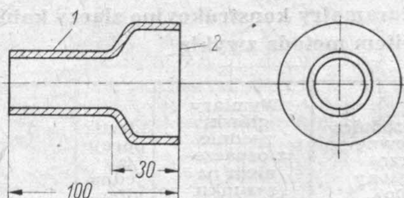
wędzi osłony przy krążkach centrujących. Pozostały kit może być wykorzystany przy ponownym zamykaniu złącza. Ponownie montując takie złącze uzupełniamy tylko kit na główce — po uprzednim odtłuszczeniu denaturatem powierzchni obrzeża osłony i ściętej główki. Na rysunku 3-41 został przedstawiony sposób usuwania kitu podczas demontażu złącza kitowego zwykłego.

**Złącza kitowe wspornikowe** wykonuje się w przypadku kabli pancerzonych oraz wówczas, gdy przewiduje się częste otwieranie złącza (np złącza kondensatorowe).

Przed rozpoczęciem montażu złącza wspornikowego należy uformować wsporniki z rury ołowianej. Wsporniki należy wyklepać tak, aby średnica wewnętrzna każdego z nich była z jednej strony o około 2 mm większa od średnicy zewnętrznej kabla, a z drugiej strony — mniejsza od średnicy wewnętrznej osłony o około 2÷4 mm. Kształt wspornika przedstawiono na rys. 3-42. Końce wspornika należy pobielić spoiwem LC 30, odtłuścić za pomocą denaturatu lub benzyny i zabezpieczyć papierem przed zabrudzeniem.



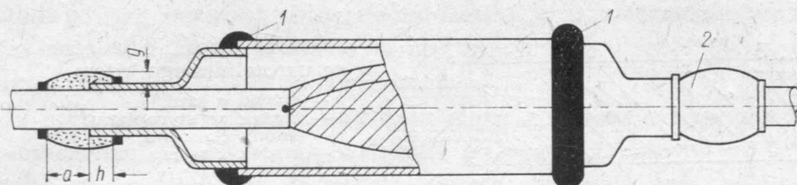
Rys. 3-41. Sposób usuwania kitu przy demontażu złącza



Rys. 3-42. Kształt wspornika złącza przelotowego uszczelnianego kitem
1 — tuleja, 2 — kołnierz

Następnie należy nasunąć na końce kabli najpierw wsporniki, potem osłonę i połączyć ośrodki kabli. Po dokonaniu połączenia ośrodka należy ustawić odpowiednio wsporniki i nasunąć na nie osłonę złącza. W górnej części osłony należy wyciąć otwór wentylacyjny, zapobiegający przegrzaniu się wnętrza złącza, i przylutować tę osłonę do wsporników. Po ostygnięciu osłony otwór wentylacyjny trzeba zalutować. Dopiero wtedy wsporniki można zacząć uszczelniać kitem epoksydowym.

Pancerz kabla ziemnego przylutowuje się za pomocą linki miedzia-




Rys. 3-43. Montaż złącza przelotowego wspornikowego uszczelnianego kitem
1 — miejsca lutowania, 2 — główka z kitu

nej lub drutu bezpośrednio do wspornika. Na rysunku 3-43 przedstawiono gotowe złącze wspornikowe przelotowe. Demontaż i ponowny montaż tego typu złącza wymaga tylko rozlutowania i później ponownego przylutowania osłony do wsporników.

W przypadku złącza odgałęźnego należy dodatkowo zastosować wkładkę dystansową od strony wyprowadzenia rozgałęziających się odcinków kabli. Wkładki dystansowe — wykonane ze styropianu — mają za zadanie zapewnienie co najmniej 12 mm odstępu między kablami.

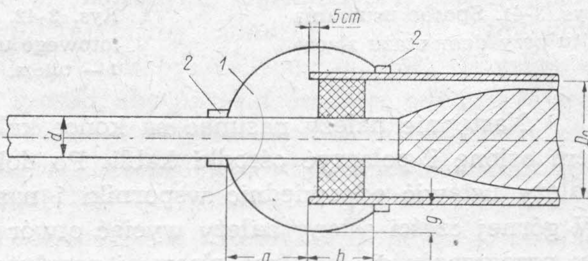
W tablicach 3.29 i 3.30 zostały podane ilości kitu zużywane przy montażu złączy kitowych oraz wspornikowych. Jedna porcja kitu składa się z 0,125 kg kitu z żywicy epoksydowej oraz 0,125 kg kitu z utwardzacza. Łączna masa porcji po wymieszaniu wynosi więc 0,25 kg.

Złącza rozdzielcze są złączami łączącymi kabel o dużej liczbie wiązek z co najmniej trzema kablami o małej liczbie wiązek. W związku z tym średnica wewnętrzna osłony złącza musi być większa dla danego kabla podstawowego niż wynikałoby to z tablicy 3.25 (tj. następna

**Parametry konstrukcyjne złączy kabli XTKMX uszczelnianych kitem metodą zwykłą**

Tablica 3.29

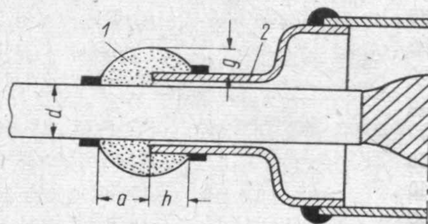
| Średnica zewnętrzna osłony *(Do)* [mm] | Wymiary główki zgodnie z oznaczeniem na rysunku [mm] | | | Liczba porcji na jedną główkę |
|---|---|---|---|---|
| | *a* | *h* | *g* | |
| 30 | 25 | 25 | 13 | 0,5 |
| 40 | 28 | 28 | 13 | 1 |
| 50 | 32 | 30 | 12 | 1 |
| 55 | 33 | 30 | 12 | 1 |
| 70 | 38 | 31 | 11 | 1,5 |
| 80 | 42 | 33 | 11 | 2 |
| 90 | 47 | 34 | 11 | 2,5 |
| 100 | 52 | 34 | 10 | 3 |
| 110 | 55 | 34 | 9 | 3,5 |
| 120 | 60 | 35 | 9 | 4 |
| 140 | 60 | 35 | 8 | 5,5 |
| 150 | 64 | 35 | 7 | 6 |

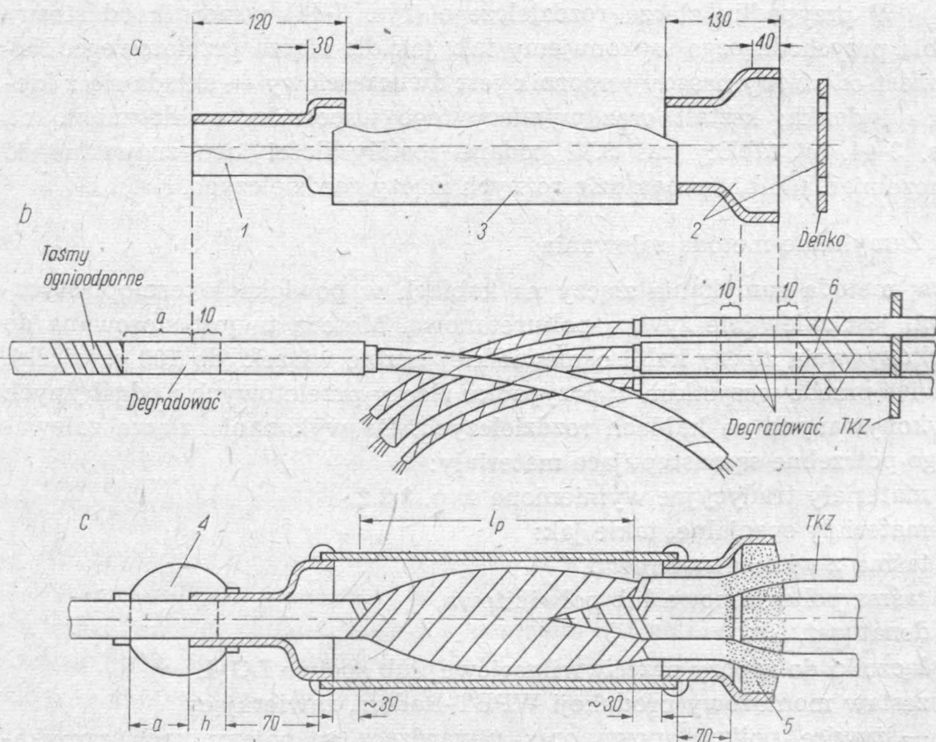


**Parametry konstrukcyjne złączy kabli XTKMX uszczelnianych kitem metodą wspornikową**

Tablica 3.30

| Średnica zewnętrzna kabla (d) [mm] | Wymiary główki zgodnie z oznaczeniem na rysunku [mm] | | | Liczba porcji na jedną główkę |
|---|---|---|---|---|
| | a | h | g | |
| 23 | 28 | 22 | 12 | 0,5 |
| 30 | 28 | 22 | 12 | 0,5 |
| 34 | 28 | 22 | 12 | 0,5 |
| 40 | 37 | 28 | 12 | 1,0 |
| 46 | 37 | 28 | 12 | 1,0 |
| 50 | 37 | 28 | 12 | 1,0 |
| 54 | 39 | 28 | 12 | 1,0 |
| 58 | 42 | 31 | 13 | 1,5 |
| 60 | 42 | 31 | 13 | 1,5 |
| 63 | 44 | 32 | 13 | 1,5 |




Rys. 3-44. Montaż złącza rozdzielczego uszczelnianego kitem (a, h — patrz tablica 3.30)

a — elementy złącza, b — przygotowanie końców kabla do montażu, c — przekrój gotowego złącza;
1 — wspornik wejściowy, 2 — nasada, 3 — osłona złącza, 4 — główka z kitu, 5 — kit uszczelniający nasadę, 6 — taśmy ognioodporne

**Ilość kitu potrzebna do uszczelnienia łącza w nasadzie palcowej** Tablica 3.31

| Średnica wewnętrzna ($D_k$) kołnierza [mm] | Liczba porcji kitu |
|---|---|
| 70 | 1 |
| 80 | 1 |
| 90 | 1,5 |
| 100 | 2 |
| 110 | 2 |
| 120 | 2,5 |
| 130 | 3 |
| 140 | 3,5 |
| 150 | 4 |
| 160 | 4,5 |
| 170 | 5 |
| 180 | 5,5 |
| 190 | 6 |

z podanego typoszeregu). I tak np. dla złącza rozdzielczego na kablu 1000×4×0,4 osłona powinna mieć średnicę 180 mm.

W przypadku złącza rozdzielczego (rys. 3-44) wspornik od strony kabla przychodzącego wykonujemy tak, jak dla złącza przelotowego. Natomiast od strony nasady wspornik jest dwuczęściowy — składa się z kielicha i denka; kształt oraz wymiary tego wspornika uwidoczniono na rys. 3-44. W tablicy zaś 3.31 podane zostały ilości kitu zużywane do uszczelniania kabli w nasadzie różnych złączy rozdzielczych.

## II. Zamykanie metodą zalewania

Inną metodą zamykania złączy na kablach w powłokach termoplastycznych jest zalewanie żywicą poliuretanową. Metoda ta jest stosowana do wykonywania złączy kabli o niewielkiej liczbie wiązek (do 100 czwórek), a więc przede wszystkim w przypadku złączy przelotowych i odgałęźnych wykonywanych na kablach rozdzielczych. Do wykonania złącza zalewanego potrzebne są następujące materiały:

1) materiały tradycyjne wymienione w p. 3.2.2,
2) materiały specjalne, takie jak:
a) taśma z włókna szklanego,
b) taśma polietylenowa lub polwinitowa,
c) denaturat,
d) łączniki do zapory przeciwwilgociowej lub spoiwo LG 4,
e) zestaw montażowy produkcji WPBT-Radom, zawierający
— żywicę poliuretanową oraz utwardzacz w pojemnikach zamykanych hermetycznie,
— dwudzielną osłonę złączową,
— dwa kołpaki jednootworowe do wykonywania złączy przelotowych,
— dwa kołpaki dwuotworowe do wykonywania złączy odgałęźnych,

— plastelinę lub inny materiał plastyczny do uszczelniania kołpaków,
— taśmę z siatki polietylenowej lub polwinitowej,
— taśmę polietylenową lub polwinitową.

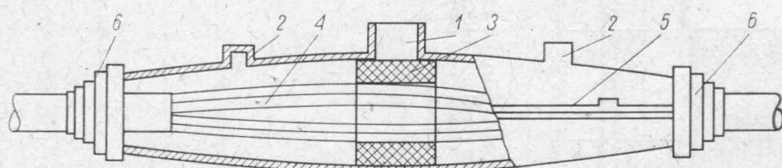
Złącza zalewane żywicą poliuretanową wykonywane są w dwóch wariantach — jako rozbieralne i nierozbieralne.

Złącza zalewane n i e r o z b i e r a l n e wykonuje się wówczas, gdy nie jest przewidywana kontrola ciśnieniowa kabla. Złącze takie stanowi jednocześnie przegrodę uniemożliwiającą penetrację wilgoci wzdłuż kabla.

Po połączeniu ośrodka kabla jedną ze znanych metod na ośrodek ten należy nawinąć krążek z taśmy siatkowej; chodzi o to, aby zakładana następnie osłonka złączowa nie przylegała bezpośrednio do ośrodka w żadnym miejscu. Następnie należy na osłonkę nasunąć kołpaki i całość uszczelnić plasteliną, aby żywica poliuretanowa nie wyciekała z osłonki podczas zalewania złącza.

Przygotowanie zalewy polega na wlaniu do pojemnika z żywicą utwardzacza i dokładnym ich wymieszaniu. Można to zrobić wstrząsając pojemnikiem lub mieszając jego zawartość suchym metalowym albo szklanym prętem. Po około minucie mieszania pojemnik powinien się lekko rozgrzać, a wtedy trzeba kompozycję wlać do osłonki możliwie szybko, aby nie dopuścić do zżelowania żywicy w trakcie tej czynności. Czas żelowania żywicy wynosi od 20 do 40 minut, w zależności od temperatury otoczenia. Żywica poliuretanowa przenika do wnętrza ośrodka kabla, co uniemożliwia późniejsze rozebranie takiego złącza.

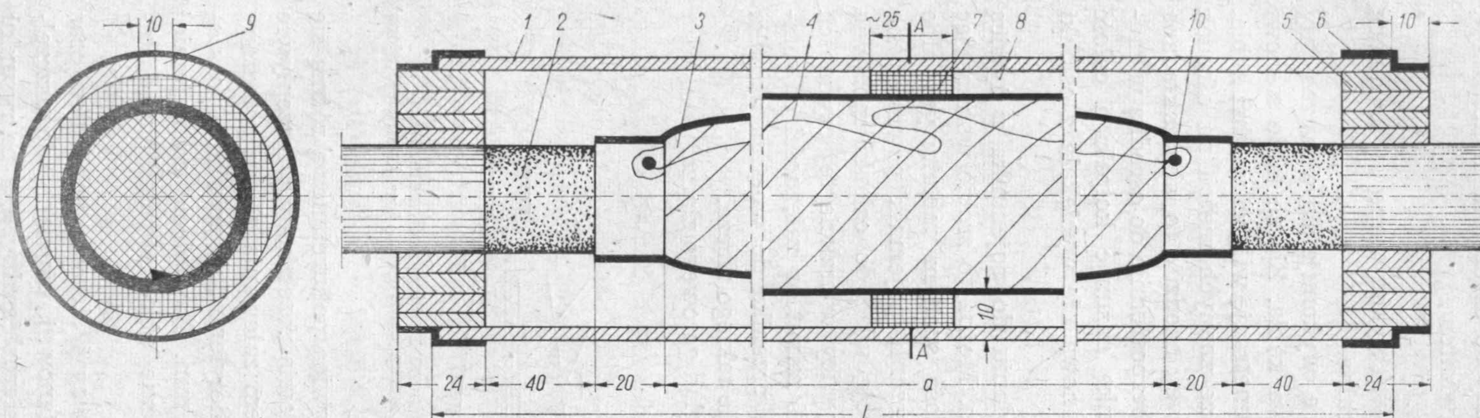
Na rysunku 3-45 został pokazany wygląd gotowego złącza.




Rys. 3-45. Przekrój złącza nierozbieralnego zalewanego żywicą poliuretanową
1 — otwór wlewowy, 2 — otwory odpowietrzające, 3 — siatka centrująca, 4 — żyły, 5 — osłona dwudzielna, 6 — kołpaki wprowadzające kabel

Złącza r o z b i e r a l n e zalewane żywicą poliuretanową różnią się od nierozbieralnych tylko tym, że nie stanowią przeszkody w przepływie powietrza wzdłuż kabla. Przed rozpoczęciem zalewania złącza połączony ośrodek kabla należy owinąć taśmą (z polietylenu lub polwinitu) o szerokości 30÷50 mm i grubości 0,03÷0,1 mm. Nawinięcie co najmniej dwóch warstw taśmy stanowi zabezpieczenie ośrodka przed przedostawaniem się doń żywicy.

W tablicy 3.32 podano wymiary złączy i stosowanych osłon oraz ilości i numery zestawów żywicy poliuretanowej, używanej do uszczelniania złączy zalewanych rozbieralnych i nierozbieralnych, a na rysunku




Rys. 3-46. Przekrój złącza przelotowego rozbieralnego zalewanego żywicą poliuretanową

*1* — osłona z rury PCW, *2* — powłoka kabla opalona płomieniem, *3* — ośrodek kabla owinięty dwiema warstwami taśmy PE, *4* — połączenie ekranu, *5* — uszczelka samoprzylepna, *6* — taśma POLOPLAST, *7* — pierścień z siatki PCW, *8* — żywica poliuretanowa, *9* — szczelina do wlewania żywicy, *10* — miejsce wmontowania łącznika

**Parametry konstrukcyjne złączy przelotowych kabla XTKMX uszczelnianych żywicą poliuretanową**

Tablica 3.32

| Liczba czwórek | Długość zdejmowanego odcinka powłoki [mm] | Długość osłony [mm] | Średnica wewnętrzna osłony [mm] | Liczba zestawów żywicy poliuretanowej | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | dla złączy nierozbieralnych | | | dla złączy rozbieralnych | | |
| | | | | Z-1 | Z-2 | Z-3 | Z-1 | Z-2 | Z-3 |
| Żyły 0,4 i 0,5 mm | | | | | | | | | |
| 5 | 140 | 260 | 36 | — | 1 | — | 1 | — | — |
| 10 | 170 | 290 | 36 | — | — | 1 | 1 | — | — |
| 15 | 230 | 350 | 46 | — | 1 | 1 | 2 | — | — |
| 25 | 230 | 350 | 46 | — | 1 | 1 | 2 | — | — |
| 35 | 230 | 350 | 46 | — | 1 | 1 | 2 | — | — |
| 50 | 230 | 350 | 59 | 1 | — | 2 | 1 | — | 1 |
| Żyły 0,6 i 0,8 mm | | | | | | | | | |
| 5 | 140 | 260 | 36 | — | 1 | — | 1 | — | — |
| 10 | 170 | 290 | 36 | — | — | 1 | 1 | — | — |
| 15 | 230 | 350 | 46 | — | 1 | 1 | — | — | 1 |
| 25 | 230 | 350 | 46 | — | — | 1 | — | — | 1 |
| 35 | 230 | 350 | 70 | 1 | — | 3 | — | 3 | — |
| 50 | 230 | 350 | 70 | 1 | — | 3 | — | 3 | — |

3-46 przedstawiono przekrój gotowego złącza rozbieralnego na kablu XTKMX.

W razie potrzeby zdemontowania takiego złącza najpierw należy zdjąć osłonkę złączową, a następnie lekko podgrzewając żywicę poliuretanową płomieniem lampy benzynowej — ściąć ją nożem monterskim. Montaż polega na ponownym zalaniu złącza żywicą.

III. Zamykanie za pomocą osłony termokurczliwej

Osłony termokurczliwe służą do zamykania złączy kabli typu XTKMX, w których połączenia żył zostały wykonane jedną z metod opisanych w p. 3.3.2. Typy stosowanych do tego celu rur zostały zestawione w tablicy 3.33. Proces produkcyjny tych rur polega na poddaniu ich promienio-

**Parametry stosowanych typów rur termokurczliwych** Tablica 3.33

| Symbol | Średnica wewnętrzna w stanie rozkurczu [mm] | Średnica wewnętrzna w stanie skurczu [mm] | Grubość ścianki w stanie skurczu [mm] | Długość rury w stanie rozkurczu [mm] |
|---|---|---|---|---|
| RP lub | 12 | 4 | 2,0 | 1000 |
| RPK lub | 18 | 6 | 2,0 | 1000 |
| RPM | 25 | 10 | 2,0 | 1000 |
| | 40 | 16 | 2,0 | 1000 |
| | 52 | 20 | 2,2 | 800 |
| | 63 | 27 | 2,5 | 800 |
| | 90 | 35 | 2,5 | 800 |
| | 103 | 45 | 2,5 | 800 |
| | 132 | 58 | 2,5 | 800 |
| RG lub | 50 | 18 | 3,5 | 800 |
| RGK lub | 60 | 25 | 3,5 | 800 |
| RGM | 86 | 32 | 4,0 | 800 |
| | 100 | 42 | 4,0 | 800 |
| | 128 | 55 | 4,0 | 800 |

Oznaczenia:
RP — rura (R) termokurczliwa o pogrubionych ściankach (P)
RG — rura termokurczliwa (R) grubościenna (G)
RPK — rura termokurczliwa (R) o pogrubionych ściankach (P) z klejem (K)
RGK — rura termokurczliwa (R) grubościenna (G) z klejem (K)
RPM — rura termokurczliwa (R) o pogrubionych ściankach (P) z masą uszczelniającą (M)
RGM — rura termokurczliwa (R) grubościenna (G) z masą uszczelniającą (M).

waniu jonizującemu, w efekcie czego uzyskują one tzw. *odkształcalność pierwotną*. Następnie napromieniowana rura zostaje „roztłoczona" do żądanej średnicy. Podgrzanie później rury płomieniem lub ciepłym powietrzem powoduje skurczenie się jej do średnicy początkowej. Temperatura obkurczania jest zawarta w granicach 120÷200°C; skurcz wzdłużny może wynosić do 20%. Założoną na kabel rurę uszczelnia się klejem lub specjalną masą.

Klej uszczelniający topi się w temperaturze 80÷90°C i przy obkurczaniu rury wypełnia wszystkie rowki i nierówności powłoki kabla. Wy-

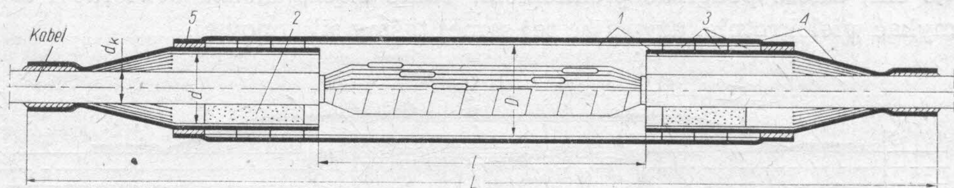
kazuje on dobrą przyczepność do polietylenu, neoprenu, PCW, stali, aluminium, ołowiu; jest odporny na działanie rozpuszczalników, olejów kablowych, rozcieńczonych kwasów i zasad oraz grzybów pleśniowych.

Masa uszczelniająca jest wykonana na bazie bitumu i również topiąc się podczas obkurczania rury — wypełnia sobą wszystkie nierówności powłoki.

Produkowane są rury dwojakiego rodzaju — czyste oraz o końcach pokrytych klejem lub masą uszczelniającą.

Wykorzystując rury termokurczliwe można uzyskać złącze nierozbieralne oraz dwa typy złączy rozbieralnych.

1. Konstrukcja złącza rozbieralnego z pierścieniami metalowymi (OTZp). Osłona złącza przedstawiona na rys. 3-47 składa się z rury ter-




Rys. 3-47. Wygląd złącza rozbieralnego z pierścieniami metalowymi
1 — tuleje metalowe, 2 — torebka z żelem, 3 — pierścienie pośrednie, 4 — rury termokurczliwe, 5 — klej

mokurczliwej zewnętrznej *(4)*, która jest nasunięta na tuleję metalową *(1)* zakończoną po obu stronach pierścieniami pośrednimi *(3)*. Do wnętrza tulei metalowej z pierścieniami pośrednimi (z obu stron) wchodzą również metalowe tuleje końcowe *(2)* z nasuniętymi na nie rurami termokurczliwymi wewnętrznymi *(5)*. Obkurczanie rury należy rozpocząć od strony wycięć w tulejach końcowych (poza samym złączem). Tuleje końcowe przyjmują w efekcie obkurczania się rury termokurczliwej kształt stożkowy. Końce rury termokurczliwej wewnętrznej powinny być pokryte od środka klejem. Tak wykonany montaż umożliwia trzykrotne otwieranie i ponowne zamykanie złącza. Służą do tego celu pierścienie pośrednie (umieszczone po obu stronach tulei metalowej), które po każdorazowym otwarciu złącza usuwa się kolejno z końca rury metalowej, uzyskując w ten sposób za każdym razem nowy zapas rury termokurczliwej, potrzebny do uszczelnienia złącza.

Złącze można otworzyć obcinając nożem zewnętrzną rurę termokurczliwą po obu stronach rury metalowej — wzdłuż jej obwodu — i usuwając tę jej część, która przylega do rury wewnętrznej. Odciętą środkową część osłony należy przesunąć wzdłuż kabla, a po dokonaniu odpowiednich operacji z żyłami ośrodka — usunąć z każdej strony rury zewnętrznej po jednym pierścieniu; uzyskane w ten sposób wolne odcinki rury należy uszczelnić klejem i obkurczyć podgrzewając płomieniem lampy benzynowej lub termodmuchawą.

2. Konstrukcja złącza rozbieralnego z nakładkami metalowymi OTZn. Osłona złącza przedstawiona na rys. 3-48 składa się z rury termokurczliwej *(1)*, dwóch metalowych półtulei *(2)* — dolnej i górnej — zwanych nakładkami i dwóch metalowych tulei końcowych *(3)* z wycięciami klinowymi na obwodzie. Rozbieranie takiego złącza polega na przecięciu nożem rury termokurczliwej wzdłuż jej obwodu po obu stronach nakładek metalowych, nacięciu wzdłużnym i usunięciu środkowej części rury oraz zdjęciu nakładek metalowych. Zamknięcie złącza polega na ponownym założeniu nakładek metalowych, a następnie obkurczeniu nasuniętej na nie opaski wykonanej z przeciętej wzdłużnie rury termokurczliwej. Opaskę pokrytą od wewnątrz klejem należy nałożyć na złącze „na zakładkę" i owinąć ją „na styk" taśmą silikonową o grubości 0,8 cm; całość podgrzać płomieniem. Takie złącze można otwierać i zamykać wielokrotnie, używając tej samej taśmy silikonowej.




Rys. 3-48. Wygląd złącza rozbieralnego z nakładkami metalowymi
*1* — rura termokurczliwa, *2* — półtuleje metalowe, *3* — tuleja końcowa

3. Konstrukcja złącza nierozbieralnego. Osłona tego typu jest stosunkowo najprostsza, ponieważ stanowi ją tylko termokurczliwa rura pokryta od wewnątrz klejem. W zasadzie jest to złącze nierozbieralne; można jednak dobrać dłuższy odcinek rury termokurczliwej, niż wynikałoby to z długości zdjętego odcinka powłoki i obkurczyć go na końcach. Gdy zajdzie konieczność otwarcia złącza, należy nożem odciąć rurę wokół miejsca obkurczenia i po wykonaniu niezbędnych operacji ponownie ją obkurczyć — tym razem bliżej samego złącza.

Proces podgrzewania rury (palnikiem gazowym lub lampą benzynową) w celu jej obkurczenia należy rozpocząć w miejscu, gdzie pokrywa się ona z krawędzią powłoki, prowadząc następnie palnik ku końcowi rury. Palnik należy przez cały czas prowadzić ruchem okrężnym, dbając by podgrzewanie przebiegało równomiernie.

Doboru rury termokurczliwej do danego złącza dokonuje się porównując średnicę zewnętrzną kabla ze średnicą rury w stanie skurczu. Należy dobrać taką rurę, aby jej średnica w stanie skurczu była nieco mniejsza od średnicy zewnętrznej kabla.

Osłonę do danego typu złącza nierozbieralnego można wybrać na podstawie danych zawartych w tablicach 3.34÷3.37.

Z wykorzystaniem rur termokurczliwych można wykonywać złącza przelotowe oraz odgałęźne. Złącze odgałęźne należy po stronie kabli wychodzących uszczelnić (p. rys. 3-49) dodatkową porcją kleju.

**Zasada doboru osłon termokurczliwych na złącza przelotowe i odgałęźne rozbieralne z nakładkami metalowymi** Tablica 3.34

| Oznaczenie osłony do złączy przelotowych i odgałęźnych | Średnica kabla przychodzącego/odgałęźnego [mm] | Wymiary złącza [mm] | |
|---|---|---|---|
| | | długość | średnica |
| OTZn 40×250 | 16÷25/10÷20 | 550 | 40 |
| OTZn 55×300 | 22÷35/10÷20 | 600 | 55 |
| OTZn 70×400 | 30÷45/10÷20 | 700 | 70 |
| OTZn 85×500 | 38÷55/10÷30 | 800 | 85 |
| OTZn 100×600 | 48÷70/10÷30 | 900 | 100 |
| OTZn 120×600 | 50÷80/10÷30 | 900 | 120 |

**Zasada doboru osłon termokurczliwych na złącza przelotowe i odgałęźne rozbieralne z pierścieniami metalowymi** Tablica 3.35

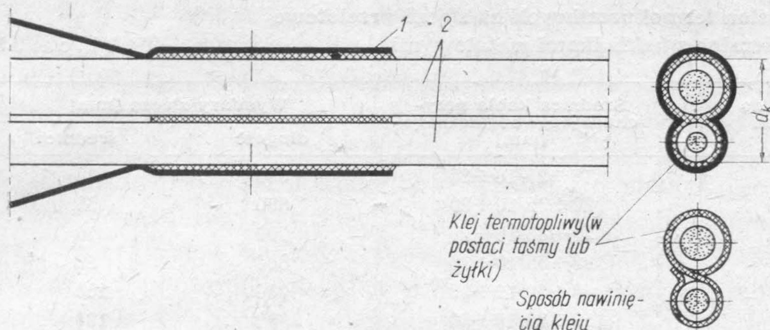
| Oznaczenie osłony do złączy przelotowych i odgałęźnych | Średnica kabla przychodzącego/odgałęźnego [mm] | Wymiary złącza [mm] | |
|---|---|---|---|
| | | długość | średnica |
| OTZp 40×250 | 16÷25/10÷12 | 750 | 40 |
| OTZp 55×300 | 22÷35/10÷18 | 800 | 55 |
| OTZp 70×400 | 30÷45/10÷25 | 950 | 70 |
| OTZp 85×500 | 38÷55/10÷30 | 1050 | 85 |
| OTZp 100×600 | 48÷70/10÷30 | 1200 | 100 |
| OTZp 120×600 | 50÷80/10÷30 | 1200 | 120 |

**Zasada doboru rur termokurczliwych na osłony nierozbieralnych złączy przelotowych i odgałęźnych** Tablica 3.36

| Typ rury termokurczliwej | Średnica kabla przychodzącego/odgałęźnego [mm] | Wymiary złącza [mm] | |
|---|---|---|---|
| | | długość | średnica |
| RPK 25/10 — 500 | 10÷18/10÷20 | 500 | 25 |
| RPK 40/16 — 500 | 18÷30/10÷20 | 500 | 40 |
| RPK 52/20 — 600<br>RGK 50/18 — 600 | 22÷40/10÷20 | 600 | 52 |
| RPK 63/27 — 600<br>RGK 60/25 — 600 | 30÷50/10÷30 | 600 | 63<br>60 |
| RPK 90/35 — 800<br>RGK 86/32 — 800 | 38÷70/10÷30 | 800 | 90<br>86 |
| RPK 103/45 — 800<br>RGK 100/42 — 800 | 48÷80/10÷30 | 800 | 103<br>100 |

**Zasada doboru opasek termokurczliwych** Tablica 3.37

| Oznaczenie osłony | Opaska termokurczliwa |
|---|---|
| OTZn 40×250 | RPK 63/27 — 350 |
| OTZn 55×300 | RPK 90/45 — 400 |
| OTZn 70×400 | RPK 103/43 — 500 |
| OTZn 85×500 | RPK 103/45 — 600 |
| OTZn 100×600 | RPK 132/58 — 700 |
| OTZn 120×600 | RPK 132/58 — 700 |




Rys. 3-49. Uszczelnianie klejem lub masą złącza odgałęźnego w osłonie termokurczliwej
1 — rura termokurczliwa, 2 — kable

Prawidłowo wykonane złącze zamknięte rurą termokurczliwą jest — jak wykazały badania praktyczne — wystarczająco szczelne. Jednakże nie zaleca się stosowania rur termokurczliwych w przypadku kabli o większej niż 25 liczbie czwórek.

## 3.4. Kable w powłoce stalowej

### 3.4.1. Budowa i parametry elektryczne kabli

Telekomunikacyjne kable miejscowe pęczkowe o izolacji polietylenowej i powłoce stalowej są przeznaczone do budowy telekomunikacyjnej sieci miejscowej. Układane są one bezpośrednio w ziemi, na terenach o dużym zagrożeniu uszkodzeniami mechanicznymi. Kable te oznacza się symbolem FfTKMXx — telekomunikacyjny (T), kabel (K), miejscowy (M), o izolacji polietylenowej (X), o powłoce stalowej spawanej falowanej (Ff), z osłoną polietylenową (x).

Żyły tego typu kabli są wykonane z miękkiego drutu miedzianego o średnicy: 0,4; 0,5; 0,6 lub 0,8 cm. Izolacja żył wykonana jest z polietylenu poprzez wytłoczenie. Izolowane żyły są skręcone w czwórki gwiazdowe, a te z kolei w pęczki. Pęczki elementarne zaś są skręcone w ośrodek. Grubość izolacji, zasady barwnego oznaczania żył oraz budowa ośrodków kabli zostały podane w tablicach 3.18÷3.20.

Ośrodki kabli tego typu muszą być owinięte taśmami papierowymi, gładkimi lub marszczonymi, które stanowią barierę termiczną, zabezpieczającą izolację żył przed uszkodzeniami w procesie nakładania powłoki stalowej. Falowaną powłokę stalową wykonuje się z taśmy stalowej wyżarzonej, walcowanej na zimno, o grubości 0,3 mm. Jest ona zabezpieczona przed korozją warstwą mieszaniny bitumicznej gęstej pokrytej obwojem z folii syntetycznej niehigroskopijnej oraz warstwą mieszaniny bitumicznej rzadkiej, na której jest umieszczona osłona z polietylenu o grubości 2 mm z domieszką sadzy. Falowana powłoka stalowa

**Budowa kabla o powłoce stalowej** Tablica 3.38

| Liczba czwórek | Średnica ośrodka [mm] | | | | Średnica zewnętrzna kabla [mm] | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | żyła 0,4 mm | żyła 0,5 mm | żyła 0,6 mm | żyła 0,8 mm | żyła 0,4 mm | żyła 0,5 mm | żyła 0,6 mm | żyła 0,8 mm |
| 5 | 5,3 | 6,1 | 7,0 | — | 13,0 | 13,0 | 13,0 | — |
| 10 | 7,0 | 8,1 | 9,3 | 11,8 | 14,0 | 15,5 | 17,0 | 20,0 |
| 15 | 8,2 | 9,6 | 11,1 | 14,1 | 15,5 | 18,0 | 19,0 | 23,0 |
| 25 | 10,2 | 12,0 | 14,0 | 17,9 | 18,0 | 20,0 | 23,0 | 28,0 |
| 35 | 11,8 | 13,8 | 16,3 | 21,0 | 20,0 | 23,0 | 25,0 | 30,5 |
| 50 | 13,8 | 16,2 | 19,0 | — | 23,0 | 25,0 | 29,0 | — |
| 100 | 19,4 | — | — | — | 29,0 | — | — | — |

kabli FfTKMXx spełnia taką samą funkcję, jak powłoka ołowiana i pancerz stalowy w wykonaniu tradycyjnym.

W tablicy 3.38 podano liczbę czwórek oraz średnice ośrodków i średnice zewnętrzne różnych typów kabli w powłoce stalowej.

Kable te powinny być układane przy temperaturze otoczenia nie niższej niż —30°C.

### 3.4.2. Montaż kabli w powłoce stalowej

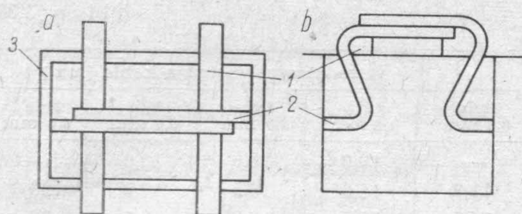
Kable w powłoce stalowej nie znalazły jeszcze dotychczas szerokiego zastosowania w budownictwie łączności. Jednakże w najbliższym czasie przewiduje się stosowanie ich w sieci rozdzielczej.

Jak wynika z poprzedniego punktu, kable w powłoce stalowej są budowane jako kable małoparowe. Podstawowe sposoby montażu tych kabli — to lutowanie spoiwem LC 30 oraz kitowanie za pomocą kitu epoksydowego.

**Łączenie kabli w powłokach stalowych**

Studnie kablowe w sieci rozdzielczej — gdzie przede wszystkim mają znaleźć zastosowanie kable w powłokach stalowych — są na ogół niewielkich rozmiarów, a kanalizacja tej sieci znajduje się niemal bezpośrednio pod chodnikiem. Z tego powodu montaż kabli jest w tym przypadku dokonywany niemal wyłącznie nad studnią kablową. Należy zaznaczyć, że stosunkowo duża sprężystość kabli w powłokach stalowych stanowi dodatkowe utrudnienie procesu ich montażu. Końce kabli powinny być przed rozpoczęciem montażu wyjęte ze studni kablowej i przymocowane do poprzecznie umieszczonych nad studnią listew drewnianych. Przygotowanie miejsca pracy w studni rozdzielczej pokazano na rys. 3-50.

Narzędzia i materiały potrzebne do wykonania złącza przelotowego na kablu o powłoce stalowej są w zasadzie również takie same, jak wymagane przy montażu złączy na kablu TKM. Dodatkowo należy się zaopatrzyć w:



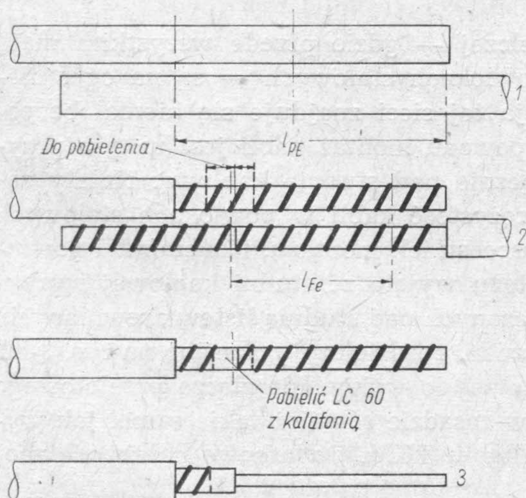

Rys. 3-50
Przygotowanie kabli do montażu w kanalizacji
a — widok z góry,
b — widok z boku;
1 — konstrukcja wsporcza,
2 — kabel,
3 — studnia kablowa

— naftę lub rozpuszczalnik benzynowy do zmywania wypełniacza bitumiczno-kauczukowego,
— katalizator KS-3 umożliwiający cynowanie powłoki stalowej,
— spoiwo LC 60 z kalafonią do cynowania powłoki stalowej kabla,
— rurę termokurczliwą do zabezpieczenia złącza przed korozją lub w narzędzia i materiały specjalne, stosowane przy wykonywaniu złączy kitowanych na kablach XTKMX.

Przed przygotowaniem do montażu końców kabli należy przede wszystkim wyznaczyć odpowiednio wymiary złącza — stosownie do rodzaju kabla (tzn. liczby żył oraz ich średnicy), zgodnie z danymi zawartymi w tablicy 3.33.

Antykorozyjną osłonę polietylenową należy zdjąć na odcinku o 100÷120 mm dłuższym, niż wynikałoby to z wymiaru złącza. Następnie należy oczyścić stalową powłokę, zdejmując z niej wypełniacz bitumiczno-kauczukowy za pomocą szmat (przedtem należy podgrzać wypełniacz palnikiem benzynowym). Resztki wypełniacza usuwa się szmatami nasyconymi naftą lub benzyną. Na tak przygotowanej powierzchni powłoki należy odmierzyć i zaznaczyć odcinek przeznaczony do zdjęcia.

W miejscu gdzie będzie przylutowana osłona złącza należy powłokę dokładnie oczyścić szczotką drucianą, pomalować cienką warstwą katalizatora i pobielić spoiwem LC 60 za pomocą kolby lutowniczej. Potem

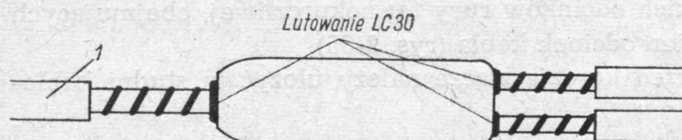



Rys. 3-51
Przygotowanie końców kabla w powłoce stalowej do montażu
1 — wyznaczanie środka złącza,
2 — wyznaczanie odcinka powłoki stalowej do pobielenia oraz do zdjęcia,
3 — koniec kabla przygotowany do lutowania osłony

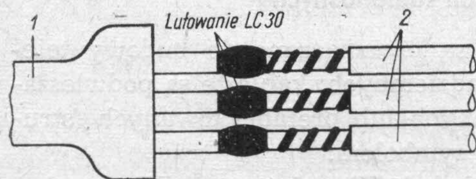
usunąć przeznaczony do zdjęcia fragment powłoki i przystąpić do łączenia żył ośrodka.

Sposób przygotowywania końców kabla do montażu złącza przedstawiono na rys. 3-51. Ośrodek kabla łączy się jedną z metod podanych w punkcie 3.3.2.2.

Po zmontowaniu i wysuszeniu gorącym powietrzem ośrodka kabla na złącze należy nasunąć osłonę ołowianą, sklepać ją w miejscu gdzie powłoka stalowa jest pobielona i przylutować spoiwem cynowo-ołowia-




Rys. 3-52. Wygląd złącza odgałęźnego na kablu w powłoce stalowej
1 — osłona polietylenowa, 2 — powłoka stalowa

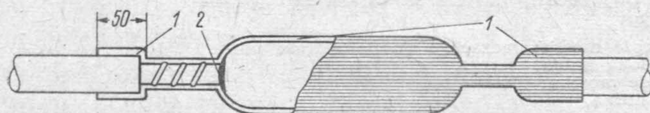



Rys. 3-53
Przylutowanie powłoki stalowej kabla do nasady palcowej złącza rozdzielczego
1 — nasada palcowa,
2 — kabel

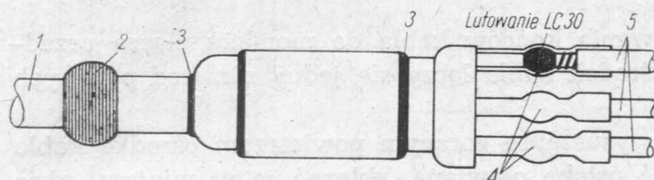
nym LC 30. Podczas lutowania należy uważać, aby powłoka stalowa nie została zbyt mocno nagrzana. Na rysunku 3-52 przedstawiono wygląd gotowego złącza odgałęźnego na kablu w powłoce stalowej, a na rys. 3-53 — sposób przylutowania kabla do nasady złącza rozdzielczego.

**Zabezpieczenie antykorozyjne**

Złącza kabli w powłoce stalowej muszą być zabezpieczone przed korozją. Konieczność ta wynika stąd, że powłoka kabla jest wykonana z cienkiej blachy stalowej (o grubości 0,3 mm), łatwo korodującej pod wpływem wilgoci. Dlatego pozostawianie niezabezpieczonych odcinków powłoki stalowej w studniach kablowych — narażonych na działanie wilgoci i zanieczyszczeń — jest niedopuszczalne. Złącza przelotowe i odgałęźne kabli w powłoce stalowej zabezpiecza się za pomocą rury termokurczliwej w taki sposób, aby zachodziła ona na odcinku co najmniej 50 mm na osłonę polietylenową kabla (rys. 3-54).




Rys. 3-54
Zabezpieczenie złącza przelotowego za pomocą rury termokurczliwej
1 — osłona termokurczliwa,
2 — miejsce lutowania




Rys. 3-55
Wygląd złącza rozdzielczego zabezpieczonego przed korozją rurami termokurczliwymi
1 — kabel w powłoce polietylenowej,
2 — główka z kitu,
3 — miejsce lutowania,
4 — rury termokurczliwe,
5 — kable rozdzielcze

Złącze rozdzielcze jest zabezpieczane tylko do strony nasady palcowej za pomocą krótkich odcinków rury termokurczliwej, obejmujących palec nasady oraz pewien odcinek kabla (rys. 3-55).

Zabezpieczone przed korozją złącze należy ułożyć w studni kablowej.

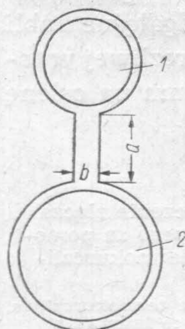
## 3.5. Kable samonośne

### 3.5.1. Budowa i parametry elektryczne kabli samonośnych

Telekomunikacyjne kable samonośne są przeznaczone do budowy telekomunikacyjnych linii miejscowych nadziemnych; kable te są podwieszane na podbudowie ze słupów drewnianych lub prefabrykowanych (strunobetonowych). Kabel taki oznacza się symbolem:

XTKMXn — telekomunikacyjny (T), kabel (K), miejscowy (M), pęczkowy, samonośny (n), o izolacji polietylenowej (X) i powłoce polietylenowej (X), z zaporą przeciwwilgociową.

Żyły tego typu kabli wykonuje się z miękkiego drutu miedzianego o średnicy: 0,4; 0,5; 0,6 lub 0,8 mm. Izolowane żyły są skręcane w czwórki gwiazdowe, a te z kolei w pęczki. Pęczki skręca się w ośrodek. Na skręcony ośrodek jest nałożona izolacja z folii syntetycznej, na której z kolei znajduje się zapora przeciwwilgociowa (taśma aluminiowa powlekana) i ułożona równolegle linka nośna. Na tak przygotowanym ośrodku jest wytłoczona powłoka z polietylenu wysokociśnieniowego. Dane na temat grubości izolacji, sposobu oznaczania żył barwnymi nitkami oraz budowy ośrodka różnych typów kabla XTKMXn zostały zestawione w tablicach 3.18 ÷ 3.20.




Rys. 3-56
Przekrój poprzeczny kabla samonośnego (patrz tablica 3.39)
a — wysokość mostka łączącego powłokę linki nośnej z powłoką kabla,
b — grubość mostka;
1 — linka nośna,
2 — kabel

**Budowa kabla samonośnego** Tablica 3.39

| Liczba czwórek | Średnica żyły [mm] | Wymiary [mm] (patrz rys. 3.56) | |
|---|---|---|---|
| | | *a* | *b* |
| 5<br>10 | 0,4; 0,5; 0,6<br>0,4 | 1÷2,5 | 1,5÷3 |
| 10<br>15<br>25<br>35 | 0,5; 0,6; 0,8<br>0,4; 0,5; 0,6<br>0,4; 0,5<br>0,4 | 1÷2,5 | 2÷3 |
| 15<br>25<br>35<br>50 | 0,8<br>0,6<br>0,5; 0,6<br>0,4; 0,5 | 1÷2,5 | 3÷4 |
| 25<br>35<br>50 | 0,8<br>0,8<br>0,6 | 3÷4,5 | 3÷4 |

**Parametry linek nośnych dla różnych typów kabla** Tablica 3.40

| Liczba czwórek | Średnica żyły [mm] | Liczba i średnica (w mm) drutów linki nośnej | Średnica linki nośnej [mm] | Wartość siły zrywającej linke [N] |
|---|---|---|---|---|
| 5<br>10 | 0,4; 0,5; 0,6<br>0,4 | 7×0,8 | 2,4 | 4600 |
| 10<br>15<br>25<br>35 | 0,5; 0,6; 0,8<br>0,4; 0,5; 0,6<br>0,4; 0,5<br>0,4 | 7×1,0 | 3,0 | 7160 |
| 15<br>25<br>35<br>50 | 0,8<br>0,6<br>0,5; 0,6<br>0,4; 0,5 | 19×0,8 | 4,0 | 12 250 |
| 25<br>35<br>50 | 0,8<br>0,8<br>0,6 | 19×1,1 | 5,5 | 23 050 |

Przekrój poprzeczny kabla powinien mieć kształt przedstawiony na rys. 3-56, a jego wymiary zostały ujęte w tablicy 3.39. Budowę linek nośnych oraz wartości siły zrywającej przedstawiono w tablicy 3.40. Liczbę czwórek, grubość powłoki i średnicę zewnętrzną stosowanych kabli omawianego typu podano w tablicy 3.41, a ich ciężar — w tablicy 3.42. Montaż złączy tych kabli można przeprowadzać przy temperaturze otoczenia do —30°C.

**Budowa różnych typów kabla samonośnego** Tablica 3.41

| Liczba czwórek | Grubość powłoki polietylenowej [mm] | | | | Średnica zewnętrzna kabla [mm] | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | żyła 0,4 mm | żyła 0,5 mm | żyła 0,6 mm | żyła 0,8 mm | żyła 0,4 mm | żyła 0.5 mm | żyła 0,6 mm | żyła 0,8 mm |
| 5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | — | 7,6 | 8,4 | 9,3 | — |
| 10 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,7 | 9,3 | 10,4 | 11,6 | 14,7 |
| 15 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,7 | 10,5 | 12,1 | 13,6 | 17,0 |
| 25 | 1,5 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 12,7 | 14,9 | 16,9 | 21,0 |
| 35 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 14,7 | 16,7 | 19,2 | 24,1 |
| 50 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | — | 16,7 | 19,2 | 22,3 | — |

**Orientacyjny ciężar 1 km kabla samonośnego** Tablica 3.42

| Liczba czwórek | Ciężar [kg] 1 km kabla | | | |
|---|---|---|---|---|
| | żyła 0,4 mm | żyła 0,5 mm | żyła 0,6 mm | żyła 0,8 mm |
| 5 | 110 | 130 | 150 | — |
| 10 | 150 | 200 | 240 | 360 |
| 15 | 200 | 250 | 310 | 520 |
| 25 | 270 | 360 | 500 | 830 |
| 35 | 340 | 490 | 630 | 1060 |
| 50 | 470 | 630 | 910 | — |

### 3.5.2. Montaż kabli samonośnych

Linie złożone z kabli samonośnych są budowane na terenach, na których nie opłaca się układać kabli ziemnych ze względu na niewielką liczbę potrzebnych do telefonizacji danego rejonu wiązek, a na których znajduje się już podbudowa słupowa. Są to przede wszystkim tereny wiejskie o luźnej zabudowie.

W eksploatacji znajdują się obecnie dwa rodzaje kabli podwieszanych na podbudowie słupowej. Są to kable TKM podczepiane do drutu stalowego, który spełnia rolę linki nośnej, oraz kable XTKMXn (z linką nośną).

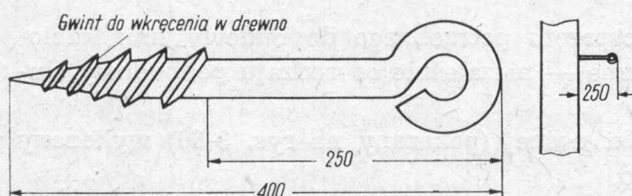
Podwieszanie kabli typu TKM jest w zasadzie niedopuszczalne; jednakże przed rozpoczęciem produkcji kabli XTKMXn rozwiązanie takie było stosowane ze względu na uzasadnione potrzeby danego obszaru.

Obecnie na podbudowie słupowej podwiesza się wyłącznie kable specjalnie do tego celu przeznaczone, tzn. kable XTKMXn z linką nośną, dlatego też zostanie tu omówiony montaż tylko tego rodzaju kabli.

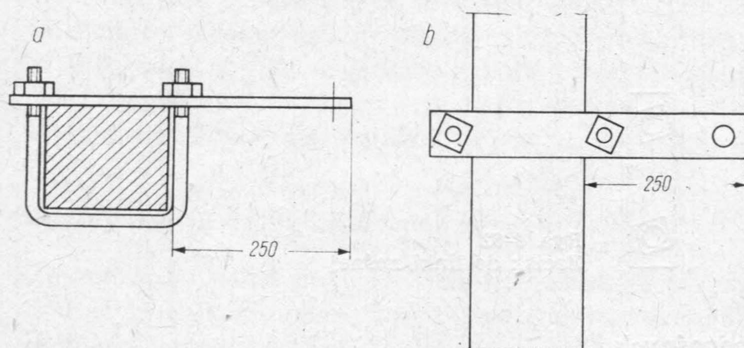
Korzystanie z istniejącej podbudowy słupowej napowietrznych sieci zarówno telekomunikacyjnych, jak i energetycznych NN w celu zainstalowania kablowej linii samonośnej jest obwarowane wieloma przepisami szczegółowymi, których należy bezwzględnie przestrzegać przy projektowaniu tego rodzaju linii; są one jednak zupełnie nieprzydatne dla grup montażowych, i dlatego nie zostaną tu zamieszczone.

Aby zbudować linię kablową samonośną, trzeba mieć do dyspozycji stosunkowo szeroki asortyment osprzętu, ponieważ istnieją słupy o bardzo różnorodnej budowie.

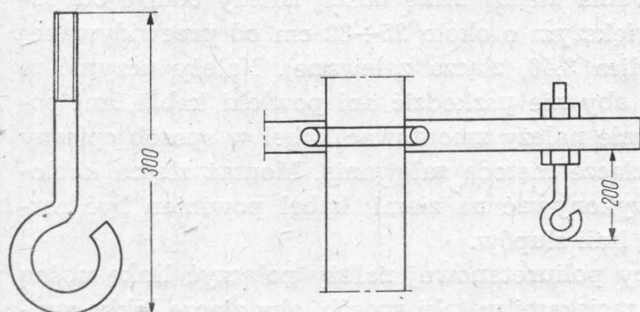
W przypadku słupów drewnianych stosowany jest jako wysięgnik kabla samonośnego hak zakończony tzw. *oczkiem*, wkręcany bezpośrednio w słup (rys. 3-57). Jeśli podbudowę linii kablowej stanowią słupy strunobetonowe, należy stosować wysięgniki zbudowane z płaskownika stalowego z otworem, przymocowywane do słupa za pomocą obejmy (rys. 3-58). Jeżeli zaś wykorzystuje się podbudowę słupową napowietrznej linii telekomunikacyjnej (słupy z poprzecznikami), do zawieszania kabla używa się haka z pręta stalowego (rys. 3-59), zakończonego oczkiem i umocowanego w wolnym otworze dolnego poprzecznika.



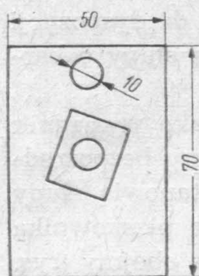

Rys. 3-57
Hak do podwieszania kabli

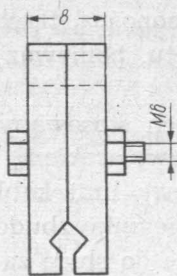



Rys. 3-58. Wysięgnik umieszczany na słupie strunobetonowym
a — widok z góry, b — widok z boku

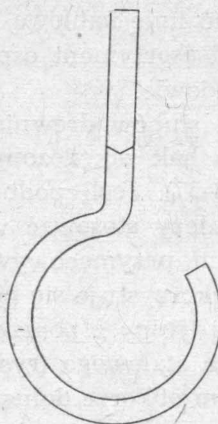



Rys. 3-59
Hak do poprzecznika



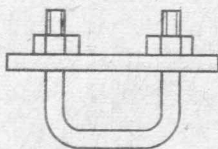


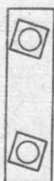

Rys. 3-60. Uchwyt do linki nośnej



Rys. 3-61. Wieszak

Pozostałe elementy osprzętu potrzebnego do budowy linii kablowej samonośnej są identyczne — niezależnie od rodzaju podbudowy słupowej; składają się na nie:
- dwudzielny uchwyt linki nośnej (pokazany na rys. 3-60) wykonany z płaskownika stalowego,
- wieszak w kształcie litery „s" wykonany z pręta stalowego (rys. 3-61),
- zacisk do linki nośnej, umożliwiający połączenie dwóch odcinków kabla (3-62).





Rys. 3-62
Zacisk do linki nośnej

**Łączenie kabli samonośnych**

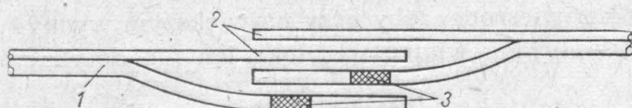
**W przypadku kabli samonośnych wymagane jest oczywiście połączenie, oprócz ośrodków i powłok, również linek nośnych.**

W miejscu wykonywania złącza linkę nośną należy odciąć od powłoki kabla na odcinku większym o około 25÷30 cm od przewidywanej długości złącza (patrz tablica 3.40, złącza zalewane). Należy uczynić to oczywiście w taki sposób, aby nie uszkodzić ani powłoki kabla, ani powłoki linki nośnej. Następnie należy zmontować kabel w sposób opisany w p. 3.5.2 — zamykając złącze metodą zalewania. Montaż złącza kablowego należy naturalnie wykonywać na ziemi; kabel powinien być rozciągnięty przy tym wzdłuż linii słupów.

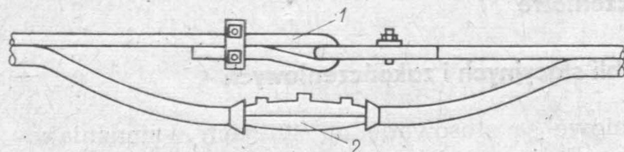
Po zżelowaniu żywicy poliuretanowej należy połączyć linkę nośną pętlami przymocowanymi zaciskami w taki sposób, aby złącze lekko zwi-

sało pod linką nośną. Tak zmontowany kabel jest już gotowy do podwieszenia na słupach.

Prawidłowo przygotowane końce kabla pokazano na rys. 3-63, a typowe złącze wraz z połączoną linką nośną — na rys. 3-64.




Rys. 3-63
Przygotowanie końców kabla samonośnego do montażu
1 — kabel,
2 — linka nośna,
3 — zdegradowana powłoka



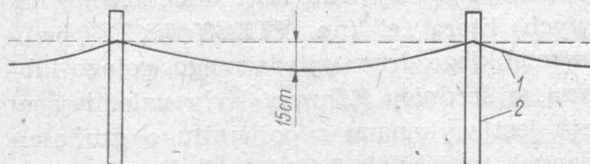

Rys. 3-64
Zmontowany kabel samonośny
1 — połączenie linek nośnych,
2 — złącze zalewane nierozbieralne

Montując kable samonośne XTKMXn — zwłaszcza jeśli wykorzystuje się podbudowę słupów energetycznych linii NN — należy zwrócić szczególną uwagę na poprawne połączenie zapory przeciwwilgociowej, która w tym przypadku odgrywa jednocześnie rolę ekranu przeciwzakłóceniowego, separującego kabel od wpływu linii energetycznej. Niezależnie od tego wykonane złącze należy owinąć folią aluminiową, zwracając uwagę, aby linka łącząca zaporę przeciwwilgociową stykała się na całej długości z folią. Zapobiega to przedostawaniu się zakłóceń do torów telefonicznych w samym złączu.

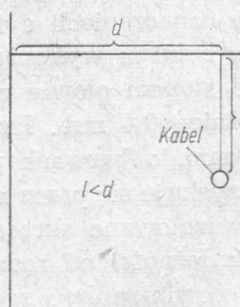
**Zasady podwieszania kabli samonośnych**

Zmontowany kabel podwiesza się na wcześniej przymocowanych do słupów wysięgnikach, pamiętając o pewnych zasadach, obowiązujących przy budowie samonośnej linii kablowej.

**Jedną z takich zasad jest umieszczanie kabla zawsze po wewnętrznej stronie załamań linii. Jest to umotywowane względami bezpieczeń-**




Rys. 3-65. Dopuszczalny zwis kabla samonośnego
1 — kabel, 2 — słup




Rys. 3-66. Odległość punktu zawieszenia kabla od słupa

stwa kabla w razie złamania się któregoś słupa (pod wpływem wichury lub nadmiernego obciążenia).

Odpowiedni naciąg kabla uzyskuje się przez naciąganie jego linki nośnej; zwis kabla podwieszanego pośrodku odległości między słupami (równej 50 m) powinien przy temperaturze +10°C wynosić nie mniej niż 15 cm (rys. 3-65).

Kable powinny być tak zawieszone, żeby przy największym wychyleniu swobodnym (np. pod wpływem wiatru) powłoka ich nie dotykała do słupów (rys. 3-66).

## 3.6. Kable stacyjne i zakończeniowe

### 3.6.1. Budowa i parametry kabli stacyjnych i zakończeniowych

Kable stacyjne i zakończeniowe są stosowane na stacjach wzmacniakowych jako kable łączące stronę stacyjną głowic kablowych z urządzeniami wzmacniakowymi oraz urządzenia wzmacniakowe z centralą międzymiastową. Poszczególne rodzaje tych kabli oznacza się następującymi symbolami:

YTKSY — telekomunikacyjny (T) kabel (K) stacyjny (S) o żyłach miedzianych jednodrutowych, w izolacji (X) i powłoce polwinitowej (Y);

YTKSYekw — telekomunikacyjny (T) kabel (K) stacyjny (S) o żyłach miedzianych jednodrutowych, w izolacji (Y) i powłoce polwinitowej (Y) oraz o wspólnym ekranie na ośrodku (ekw);

YTKSYekp — telekomunikacyjny (T) kabel (K) stacyjny (S) o żyłach miedzianych jednodrutowych, w izolacji (Y) i powłoce polwinitowej (Y), z wiązkami parowymi ekranowanymi (ekp);

YTKZYekw — telekomunikacyjny (T) kabel (K) zakończeniowy (Z) o żyłach miedzianych jednodrutowych, w izolacji (Y) i powłoce polwinitowej (Y), z ekranem na ośrodku (ekw).

W przypadku kabli o żyłach ocynowanych symbol kabla pozostaje bez zmiany, natomiast jego oznaczenie należy uzupełnić umieszczoną na końcu (po oznaczeniach cyfrowych) literą „c" (np. YTKSY 7×2×0,5 c).

Żyły kabli są wykonane z miękkiego drutu miedzianego, gołego lub pokrytego stopem ołowiu z cyną, o średnicy 0,5 mm. Żyły uziemiające mają średnicę 0,4 mm. Izolacja jest wykonana z polwinitu o grubości 0,15÷0,2 mm, o barwach podanych w tablicy 3.43 i 3.44. Dwubarwną izolację uzyskuje się przez nadruk barwnych pasków (rys. 3-67).

Żyły izolowane skręca się w wiązki parowe, trójkowe lub czwórkowe, w zależności od rodzaju kabla. Układ i sposób oznaczania żył w wiązkach powinien być zgodny z pokazanymi na rys. 3-68. Wiązki są

Barwa izolacji żył wiązek w kablach stacyjnych Tablica 3.43

| Numer wiązki | Barwa izolacji |  | Numer wiązki | Barwa izolacji |  |
|---|---|---|---|---|---|
|  | żyła *a* | żyła *b* |  | żyła *a* | żyła *b* |
| 1 | biała | niebieska | 26 | czerwono-<br>-niebieska | niebieska |
| 2 |  | pomarańczowa | 27 |  | pomarańczowa |
| 3 |  | zielona | 28 |  | zielona |
| 4 |  | brązowa | 29 |  | brązowa |
| 5 |  | szara | 30 |  | szara |
| 6 | czerwona | niebieska | 31 | czarno-<br>-niebieska | niebieska |
| 7 |  | pomarańczowa | 32 |  | pomarańczowa |
| 8 |  | zielona | 33 |  | zielona |
| 9 |  | brązowa | 34 |  | brązowa |
| 10 |  | szara | 35 |  | szara |
| 11 | czarna | niebieska | 36 | żółto-<br>-niebieska | niebieska |
| 12 |  | pomarańczowa | 37 |  | pomarańczowa |
| 13 |  | zielona | 38 |  | zielona |
| 14 |  | brązowa | 39 |  | brązowa |
| 15 |  | szara | 40 |  | szara |
| 16 | żółta | niebieska | 41 | biało-<br>-pomarań-<br>czowa | niebieska |
| 17 |  | pomarańczowa | 42 |  | pomarańczowa |
| 18 |  | zielona | 43 |  | zielona |
| 19 |  | brązowa | 44 |  | brązowa |
| 20 |  | szara | 45 |  | szara |
| 21 | biało-<br>-niebieska | niebieska | 46 | czerwono-<br>-pomarań-<br>czowa | niebieska |
| 22 |  | pomarańczowa | 47 |  | pomarańczowa |
| 23 |  | zielona | 48 |  | zielona |
| 24 |  | brązowa | 49 |  | brązowa |
| 25 |  | szara | 50 |  | szara |
|  |  |  | 51 | czarno-<br>-pomarań-<br>czowa | niebieska |
|  |  |  | 52 |  | pomarańczowa |
|  |  |  | 53 |  | zielona |

skręcone współśrodkowymi warstwami w ośrodek o budowie przedstawionej w tablicy 3.45.

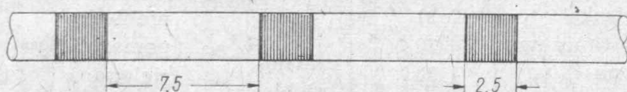
Ekran nakładany na ośrodek kabla jest wykonany z folii aluminiowej lub z tworzywa sztucznego (obustronnie pokrytego warstwą miedzi lub aluminium). Pod ekranem znajduje się żyła uziemiająca. Powłoka jest wytłoczona z polwinitu o barwie szarej lub czarnej i grubości 1,0 mm.

W tablicach 3.46 i 3.47 podano średnice zewnętrzne stosowanych kabli omawianego typu.

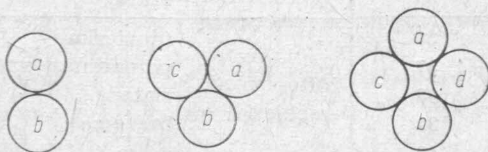
Oporność żyły roboczej gołej oraz pocynowanej nie powinna przekraczać 97,8Ω na 1 km. Oporność izolacji każdej żyły względem pozo-

**Barwa izolacji żył w wiązkach kabla zakończeniowego** Tablica 3.44

| Rodzaj czwórki | Barwa izolacji | | | |
|---|---|---|---|---|
| | żyła *a* | żyła *b* | żyła *c* | żyła *d* |
| licznikowe | czerwona | naturalna | zielona | szara |
| kierunkowe | niebieska | | | |
| nieparzyste | żółta | | | |
| parzyste | brązowa | | | |




Rys. 3-67
Sposób oznaczania izolacji żył barwnym nadrukiem




Rys. 3-68
Układ i sposób oznaczania żył w wiązkach kabla stacyjnego i zakończeniowego

**Budowa i kolor oplotu poszczególnych warstw kabla stacyjnego** Tablica 3.45

| Całkowita liczba wiązek w kablu | Liczba wiązek | | | |
|---|---|---|---|---|
| | w rdzeniu | w I warstwie | w II warstwie | w III warstwie |
| 1 | 1 | — | — | — |
| 3 | 3 | — | — | — |
| 5 | 5 | — | — | — |
| 7 | 1 | 6 | — | — |
| 10 | 2 | 8 | — | — |
| 14 | 4 | 10 | — | — |
| 15 | 4 | 11 | — | — |
| 20 | 1 | 6 | 13 | — |
| 21 | 1 | 7 | 13 | — |
| 25 | 2 | 8 | 15 | — |
| 28 | 3 | 9 | 16 | — |
| 30 | 4 | 10 | 16 | — |
| 35 | 5 | 12 | 18 | — |
| 42 | 1 | 7 | 14 | 20 |
| 50 | 3 | 9 | 16 | 22 |
| 53 | 4 | 10 | 16 | 23 |
| Barwa oplotu warstwy | czerwona | niebieska | żółta | brązowa |

stałych żył połączonych ze sobą powinna wynosić co najmniej 200 MΩ. Pojemność skuteczna każdej pary żył powinna być nie większa niż 120 nF/km. Asymetria pojemności nie może przekraczać $l$·0,8 pF ($l$ — długość odcinka w metrach).

Kable te są przeznaczone do pracy w otoczeniu o temperaturze od —10°C do +50°C.

Średnica zewnętrzna kabli stacyjnych parowych  Tablica 3.46

| Liczba wiązek | Średnica zewnętrzna [mm] | |
|---|---|---|
| | kabel YTKSY, YTKSYekw | kabel YTKSYekp |
| 1×2 | 4,1 | — |
| 3×2 | 5,7 | 6,3 |
| 5×2 | 6,5 | 7,3 |
| 7×2 | 6,9 | 7,8 |
| 10×2 | 8,3 | 9,5 |
| 14×2 | 8,9 | 10,2 |
| 21×2 | 9,7 | 11,2 |
| 28×2 | 11,4 | 13,2 |
| 35×2 | 12,2 | 14,2 |
| 42×2 | 12,5 | 14,7 |
| 53×2 | 14,6 | 17,1 |

Średnica zewnętrzna kabli stacyjnych trójkowych  Tablica 3.47

| Liczba wiązek | Średnica zewnętrzna [mm] | |
|---|---|---|
| | kabel YTKSY, YTKSYekw | kabel YTKZYekw |
| 5×3 | 7,3 | 8,0 |
| 10×3 | 9,6 | 10,6 |
| 15×3 | 10,3 | 11,4 |
| 20×3 | 11,3 | 12,6 |
| 25×3 | 13,1 | |
| 30×3 | — | 15,4 |
| 50×3 | — | 18,9 |

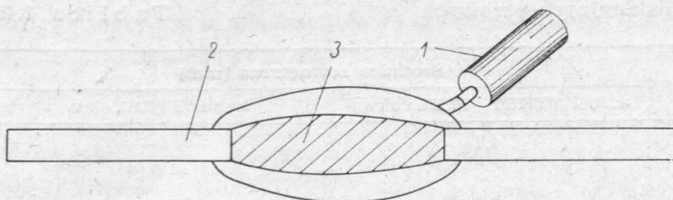
### 3.6.2. Montaż kabli stacyjnych i zakończeniowych

Na kablach stacyjnych i zakończeniowych w zasadzie nie montuje się złączy, ponieważ kable te przebiegają w obrębie budynku stacji i są dołączane do głowicy lub bezpośrednio do odpowiednich urządzeń.

Jednakże niekiedy zdarza się konieczność montowania złączy tych kabli, jeśli trzeba dokonać połączenia na przykład dwóch sąsiadujących ze sobą stacji wzmacniakowych, czy też zrealizować doprowadzenie ze stacji wzmacniakowej — do zbudowanej obok centrali międzymiastowej.

W razie potrzeby dokonania połączenia kabli stosuje się złącze zalewane żywicą poliuretanową, przy czym należy pamiętać o poprawnym połączeniu ekranu kabla. Sposób wykonywania takiego złącza jest identyczny, jak stosowany przy łączeniu kabli XTKMX i został opisany w p. 3.3.2.3.

Jeżeli zajdzie potrzeba wykonania złącza kabla w obrębie budynku stacji — co sporadycznie może się zdarzać — do zamknięcia powłoki używa się pasty z polichlorku winylu rozpuszczonego w czterohydrofuranie. Połączony ośrodek należy wtedy owinąć taśmą polietylenową, po czym nakładać kolejne warstwy pasty (każda warstwa powinna nieco pode-




Rys. 3-69. Uszczelnianie złącza za pomocą pasty PCW
1 — tubka z pastą, 2 — kabel, 3 — obwój polietylenowy

schnąć). Sposób wykonywania złącza z użyciem pasty pokazano na rys. 3-69.

Ponadto przy łączeniu kabli stacyjnych i zakończeniowych do zamykania złącza można stosować rury termokurczliwe. Sposób zamykania złącza za pomocą rur termokurczliwych opisano w p. 3.3.2.

Ośrodki kabla łączy się jedną z metod opisanych w p. 3.3.2.

## 3.7. Łączenie kabli miejscowych o różnych powłokach

W praktyce eksploatacyjnej bardzo często zachodzi potrzeba łączenia ze sobą kabli o różnych powłokach (rozbudowa, przebudowa lub remont linii, wyprowadzenia kabli rozdzielczych itp.).

Bardzo często podczas przebudowy lub remontu fragmentu istniejącej sieci zbudowanego z kabli TKM w powłoce ołowianej zachodzi potrzeba zastosowania wstawek z kabla XTKMX o powłoce polietylenowej.

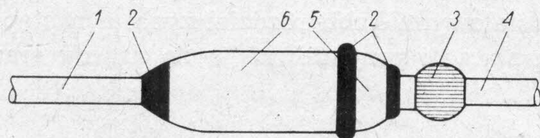
Włączanie regeneratorów w tory wykorzystywane do transmisji PCM również wiąże się z koniecznością łączenia kabli w powłokach aluminiowych z kablami w powłokach ołowianych, polietylenowych lub stalowych.

### Łączenie kabli XTKMX z kablami TKM i FfTKMX

Podczas przebudowy lub remontu linii kablowych często występuje potrzeba zastąpienia uszkodzonych odcinków kabla w powłoce ołowianej odcinkami kabla w powłoce polietylenowej. Czynnością poprzedzającą wykonanie wstawki z kabla XTKMX powinno być sprawdzenie, czy przygotowany odcinek kabla jest szczelny, i czy jego ośrodek nie jest zawilgocony. Jeżeli zachodzi obawa, że do ośrodka kabla mogła dostać się wilgoć, należy go „przedmuchać" suchym powietrzem o ciśnieniu nie przekraczającym 0,15 MPa (1,5 at) przez co najmniej 8 godzin (oczywiście przy całkowicie otwartym drugim końcu kabla). Należy dodać, że kabel przed tą operacją powinien być rozwinięty z bębna i ułożony na ziemi.

Ośrodki kabli łączy się albo ręcznie na skrętki lutowane, izolowane tulejkami polietylenowymi lub też mechanicznie za pomocą urządzenia firmy „Plessey", czy też na łączniki modułowe firmy 3 M (w jeden z omówionych uprzednio sposobów).

Po połączeniu i wysuszeniu ośrodka oraz umieszczeniu w złączu woreczka z żelem krzemionkowym można rozpocząć łączenie powłok; wykonuje się to tzw. *metodą mieszaną*, polegającą na przylutowaniu jednej strony osłony ołowianej bezpośrednio do kabla w powłoce ołowianej, a drugiej jej strony — do wspornika (patrz p. 3.3.2. — złącza kitowe wspornikowe). Wygląd gotowego złącza wykonanego tą metodą pokazano na rys. 3-70.

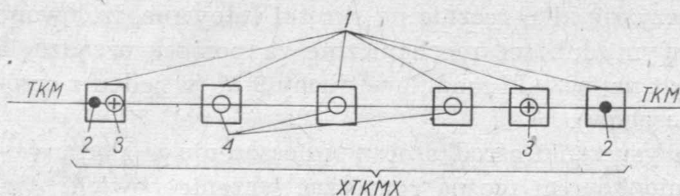



Rys. 3-70
Wygląd złącza kitowo-lutowanego
1 — powłoka ołowiana,
2 — lutowanie za pomocą LC 30,
3 — główka z kitu,
4 — powłoka polietylenowa,
5 — wspornik,
6 — osłona ołowiana złącza

Inną metodą zamykania złączy jest metoda kitowa zwykła. Przygotowanie kabli XTKMX do takiego łączenia zostało również opisane w p. 3.3.2.3, natomiast koniec kabla w powłoce ołowianej należy w miejscu, gdzie ma być położony kit oczyścić, pobielić cyną LC 30 (w celu uzyskania lepszej przyczepności kitu) oraz odtłuścić denaturatem lub benzyną ekstrakcyjną. Metoda ta jest zalecana do łączenia kabli o różnych powłokach, ponieważ kit epoksydowy cechuje się bardzo dobrą przyczepnością zarówno do metali, jak i do materiałów termoplastycznych. Linia kablowa z tak wykonaną wstawką może być w całości poddana kontroli ciśnieniowej.

Optymalnym sposobem zabezpieczania kabli TKM ze wstawkami z kabla XTKMX przed przenikaniem do nich wilgoci jest zbudowanie obok złączy (wykonanych w opisany uprzednio sposób) przegród gazoszczelnych. Należy starać się, aby przegrody te znajdowały się jak najbliżej złącza (najlepiej w tej samej studni kablowej). Jeżeli wstawka z kabla XTKMX zawiera kilka odcinków fabrykacyjnych, pozostałe złącza należy wykonać jako złącza zalewane nierozbieralne. W przypadku zastosowania przegród gazoszczelnych wstawka z kabla XTKMX jest wyłączona z systemu kontroli ciśnieniowej linii. Na rysunku 3-71 przedstawiono schematycznie linię zbudowaną z kabla TKM ze wstawką z kabla XTKMX.

W praktyce często zachodzi potrzeba wykonania na kablu XTKMX złącza rozdzielczego, z którego wyprowadza się kable w powłokach stalowych. Wówczas koniec kabla wieloparowego typu XTKMX przygotowuje się w sposób opisany w p. 3.3.2 (złącza rozdzielcze na kablu XTKMX), stosując wsporniki. Natomiast od strony kabli wychodzących złącze przygotowuje się tak samo, jak przy montażu złącza rozdzielczego




Rys. 3-71. Sposób włączania odcinka kabla XTKMX w linię zbudowaną z kabla TKM
1 — studnie kablowe, 2 — złącze kitowe lub mieszane, 3 — przegroda gazoszczelna, 4 — złącze zalewane nierozbieralne

na kablach TKM — stosując odpowiednią nasadę palcową. Do nasady przylutowuje się wyprowadzane kable w powłokach stalowych.

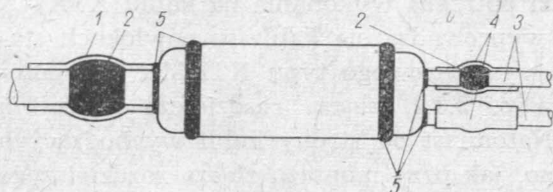
Po połączeniu ośrodków należy zaporę przeciwwilgociową kabla XTKMX połączyć z powłokami stalowymi kabli rozdzielczych, a następnie nasunąć osłonę ołowianą na złącze i przylutować ją do nasady oraz wspornika złącza rozdzielczego.

### Łączenie kabli AlTKD z kablami przyłączeniowymi regeneratorów

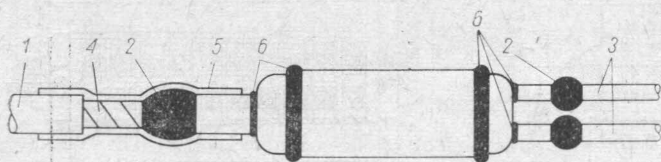
W przypadku budowania linii kablowej przeznaczonej dla transmisji cyfrowej wykorzystuje się najczęściej kable w powłokach aluminiowych o budowie pęczkowej i izolacji żył z polietylenu piankowego. Ponieważ praktycznie nigdy nie zdarza się, aby wszystkie wiązki w kablu zostały wykorzystane do transmisji cyfrowej, więc w miejscu posadowienia regeneratorów zawsze należy wykonywać złącze odgałęźne.

Wyprowadzone z regeneratorów odcinki kabli przyłączeniowych mogą być w powłokach ołowianych, polietylenowych, stalowych lub aluminiowych.

W przypadku kabli przyłączeniowych w powłokach ołowianych, stalowych lub aluminiowych złącze odgałęźne wykonuje się jako złącze lutowane wspornikowe. Przygotowanie kabla w powłoce aluminiowej do lutowania polega na oczyszczeniu powierzchni powłoki za pomocą szczotki drucianej i pobieleniu jej spoiwem LG 4 (patrz p. 4.4.2). Przygotowanie powłoki stalowej do lutowania opisano w punkcie 3.4.2. Należy pamiętać, że miejsca lutowania aluminium i ołowiu koniecznie należy zabezpieczać przed korozją za pomocą gumy butylowej i rur termokurczliwych. Na rysunku 3-72 pokazano wykonane przy regeneratorze złącze odgałęźne lutowane na kablu w powłoce aluminiowej.




Rys. 3-72
Wygląd złącza rozdzielczego wspornikowego
1 — rura termokurczliwa na kablu przychodzącym,
2 — guma butylowa,
3 — kable w powłoce stalowej i osłonie polietylenowej,
4 — rury termokurczliwe na kablach wychodzących,
5 — miejsce lutowania LC 30




Rys. 3-73. Wygląd złącza odgałęźnego wspornikowego uszczelnianego kitem
1 — osłona polietylenowa na kablu, 2 — główki z kitu, 3 — powłoka polietylenowa, 4 — powłoka aluminiowa, 5 — zabezpieczenie z rury termokurczliwej, 6 — miejsce lutowania LC 30

W przypadku kabli przyłączeniowych w powłoce polietylenowej złącza odgałęźne należy wykonywać metodą kitowania. Końce kabla w powłoce polietylenowej przygotowuje się do kitowania w sposób opisany w punkcie 3.3.2.3, natomiast przygotowanie kabla w powłoce aluminiowej do kitowania przebiega podobnie, jak w przypadku lutowania (p. 4.4.2) — z pominięciem jedynie bielenia. Na rysunku 3-73 pokazano złącze odgałęźne wykonane metodą kitową.

## 3.8. Montaż osprzętu liniowego

Przez pojęcie *osprzętu liniowego* należy rozumieć wszystkie elementy dodatkowe montowane w linii kablowej, a mające na celu poprawienie własności transmisyjnych linii (zespoły *RC*, pupinizacyjne, kondensatorowe), ponadto elementy zakończeniowe kabli (głowice, puszki, szafki) oraz urządzenia kontroli ciśnieniowej.

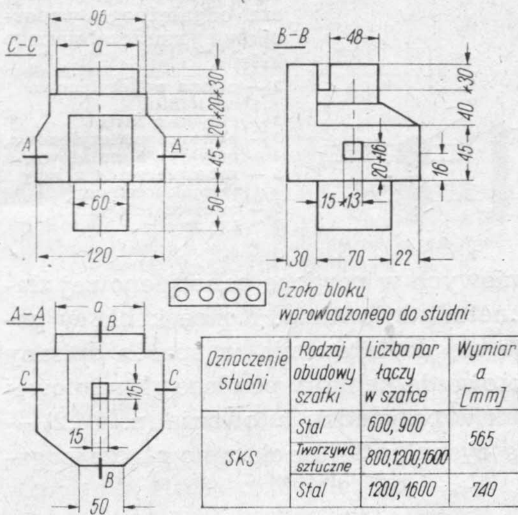
### Zakończenie kabli w szafkach kablowych

Szafki kablowe stosowane w sieci miejscowej są wykonane z blachy stalowej (o pojemności 600, 900, 1200, 1600 par) lub z żywicy poliestrowej wzmacnianej włóknem szklanym (o pojemności 800, 1200, 1600 par). Ustawiane są one najczęściej bezpośrednio przy ścianach budynków, chociaż nie wyklucza się budowy szafek wolnostojących. W szafkach kablowych zamocowane są głowice kablowe, umożliwiające połączenie poszczególnych par kabla magistralnego z odpowiednimi parami kabli rozdzielczych za pomocą przewodów o izolacji z tworzywa termoplastycznego.

Szafkę kablową ustawia się nad studnią szafkową o specjalnej budowie (rys. 3-74). Budowa szafki kablowej 1200-parowej pokazana jest na rys. 3-75.

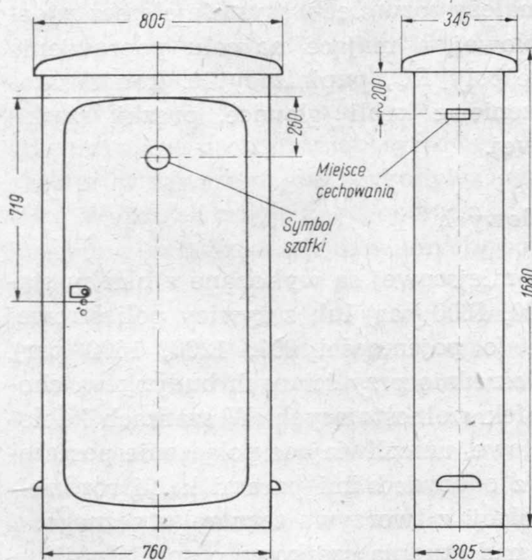
Głowica kablowa składa się z pudła żeliwnego z przykręcaną z tyłu pokrywą oraz z porcelanowych łączówek, umocowanych z przodu. Budowę i sposób rozmieszczenia łączówek w głowicy 100-parowej przedstawiono na rys. 3-76, a rozmieszczenie zacisków na łączówce — na rys. 3-77.

W sieci telekomunikacyjnej stosowane są głowice 10-, 20-, 30-, 40-, 50-, 60-, 80-, i 100-parowe. W szafkach kablowych najczęściej są zainsta-

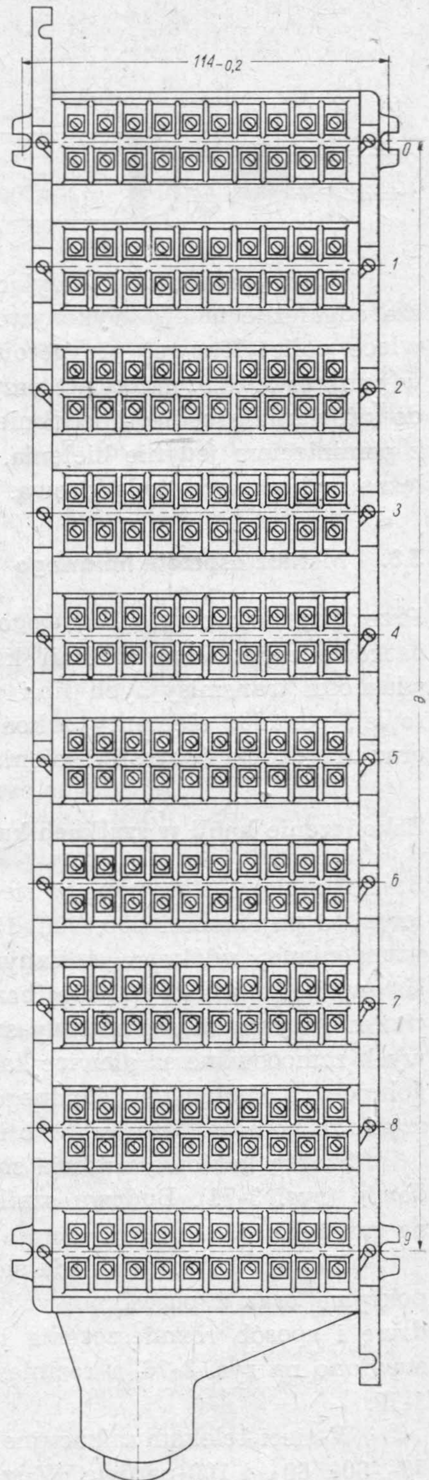



| Oznaczenie studni | Rodzaj obudowy szafki | Liczba par łączy w szafce | Wymiar a [mm] |
|---|---|---|---|
| SKS | Stal | 600, 900 | 565 |
| | Tworzywa sztuczne | 800,1200,1600 | |
| | Stal | 1200, 1600 | 740 |

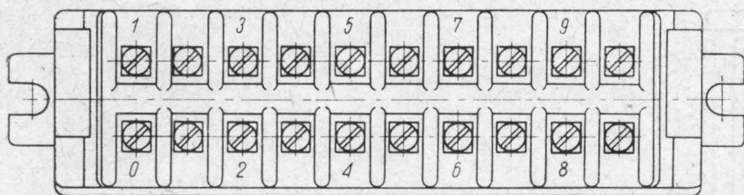
Rys. 3-74. Budowa studni szafkowej




Rys. 3-75. Szafka kablowa 1200-parowa




Rys. 3-76. Głowica 100-parowa

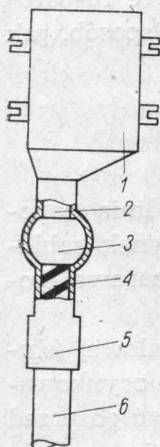


Rys. 3-77. Rozmieszczenie zacisków na łączówce głowicy

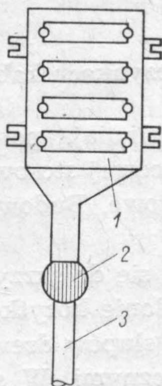
lowane głowice 100-parowe. Głowice 10- i 20-parowe są stosowane jako zakończenie kabli rozdzielczych w budynkach mieszkalnych. W budynkach biurowych i administracyjnych stosowane są głowice o większej pojemności.

Montaż głowicy kablowej polega na wprowadzeniu końca kabla poprzez tuleję do wnętrza głowicy. Poszczególne pary rozszywa się wewnątrz głowicy na piórka lutownicze (umieszczone na łączówce), do których żyły kablowe muszą być przylutowane. Powłokę kabla należy szczelnie połączyć z tuleją głowicy w sposób odpowiedni do rodzaju kabla wprowadzanego do głowicy. Po zmontowaniu głowica powinna zostać zalana niskotopliwą zalewą uszczelniającą.

Przy wprowadzaniu do głowicy kabla w powłoce stalowej miejsce lutowania i odcinek kabla, na którym została zdjęta osłona antykorozyjna zabezpieczamy przed korozją za pomocą rury termokurczliwej. Na rysunku 3-78 pokazano wygląd głowicy kablowej zmontowanej na kablu w powłoce stalowej.



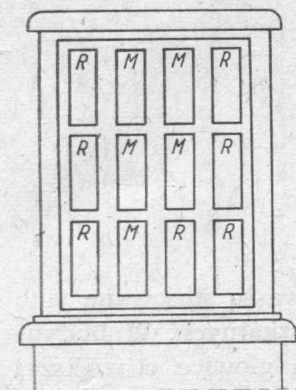
Rys. 3-78
Kabel w powłoce stalowej zamontowany w głowicy
1 — głowica,
2 — tuleja głowicy,
3 — główka ze spoiwa LC 30,
4 — powłoka stalowa kabla,
5 — zabezpieczenie z rury termokurczliwej,
6 — osłona antykorozyjna kabla



Rys. 3-79
Kabel w powłoce polietylenowej zamontowany w głowicy
1 — głowica,
2 — główka z kitu,
3 — powłoka polietylenowa

W przypadku kabla w powłoce termoplastycznej powłokę tę łączy się z tuleją głowicy za pomocą kitu epoksydowego. Na rysunku 3-79 pokazano głowicę zmontowaną na kablu w powłoce termoplastycznej.

Zmontowane głowice kablowe przymocowuje się w szafkach kablo-




Rys. 3-80
Przykład sposobu rozmieszczenia głowic w szafce 1200-parowej
*M* — głowica kabla magistralnego,
*R* — głowica kabla rozdzielczego

wych na specjalnych wspornikach, przy czym istnieje zasada, że głowice kabli rozdzielczych są umieszczane w rzędach pionowych skrajnych, a głowice kabli magistralnych — w rzędach środkowych. Przykład sposobu rozmieszczenia głowic w szafce 1200-parowej pokazano na rys. 3-80.

## Zakończenie kabli w budynkach

Kable rozdzielcze wprowadzane są ze studni rozdzielczej do piwnicy budynku poprzez betonowe bloki jednootworowe lub w rurach z polichlorku winylu. W piwnicy wykonywane jest złącze rozdzielcze, z którego wyprowadza się kable 5- lub 10-parowe, prowadzące do poszczególnych puszek kablowych na klatkach schodowych.

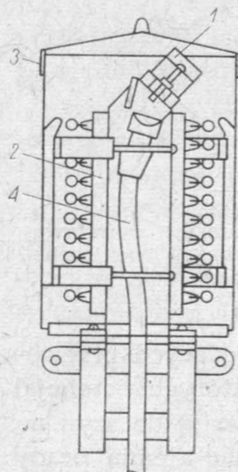
W puszce kablowej mogą być zainstalowane dwie głowice 10-parowe lub jedna 20-parowa. Kabel montuje się tu w taki sam sposób, jak w szafce kablowej.

## Zakończenie kabli w skrzynkach kablowych

Skrzynki kablowe umożliwiają połączenie linii kablowej z linią napowietrzną. W sieci miejscowej stosowane są trzy rodzaje skrzynek kablowych: 10-, 30- i 60-parowe. Budowę skrzynki kablowej 10-parowej pokazano na rys. 3-81.

Kabel doprowadza się do skrzynki w ochronnej rurze stalowej (słupy żelbetowe) lub w osłonie korytkowej wykonanej z blachy ocynkowanej (gdy podbudowa ze słupów drewnianych), aby zabezpieczyć go przed uszkodzeniami mechanicznymi. W skrzynce kablowej kabel jest zakończony głowicą. Sposób montażu kabla w głowicy jest identyczny, jak w przypadku szafki kablowej.

Połączenie kabla z linią napowietrzną wykonuje się za pomocą przewodów w izolacji termoplastycznej, którymi łączy się zaciski głowicy z odpowiednimi zaciskami na łączówce odgromnikowej; na łączówce




Rys. 3-81
Skrzynka kablowa 10-parowa
1 — głowica kablowa,
2 — listwa odgromnikowa,
3 — obudowa skrzynki kablowej,
4 — kabel

tej, oprócz odgromników, znajdują się również bezpieczniki nożowe. Od zacisków po drugiej stronie bezpieczników przewody połączeniowe wyprowadza się przez otwór w podstawie skrzynki i doprowadza się je do izolatorów na poprzecznikach. Przewody połączeniowe powinny być ułożone bezpośrednio na słupie i zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi osłoną z blachy ocynkowanej.

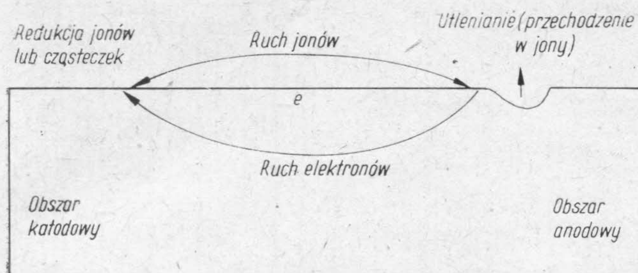
## 3.9. Ochrona przed korozją i kontrola ciśnieniowa kabli miejscowych

### 3.9.1. Ochrona przed korozją

Kable telekomunikacyjne o powłokach metalowych są narażone przede wszystkim na korozję elektrochemiczną oraz międzykrystaliczną (wywołaną czynnikami mechanicznymi).

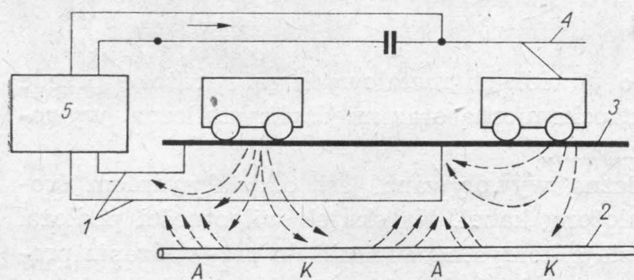
Korozja elektrochemiczna wywoływana jest oddziaływaniem środowiska, w jakim został ułożony kabel. Na skutek wilgotności podłoża, na którym leży kabel, powstają korzystne warunki do przewodzenia prądu elektrycznego. Metalowa powłoka kabla reaguje chemicznie z otaczającym go elektrolitem — jaki stanowi środowisko — i w efekcie na powłoce powstają *galwaniczne ogniwa korozyjne*. Na powierzchni kabla tworzą się w związku z tym strefy *anodowe* i *katodowe*. W strefach anodowych prąd elektryczny wypływający z powłoki kabla „porywa" cząstki metalu w postaci jonów, przechodzących do elektrolitu. Po pewnym czasie w takich miejscach następuje uszkodzenie powłoki kabla. Mechanizm powstawania galwanicznego ogniwa korozyjnego i przebieg procesu korozji został schematycznie zilustrowany na rys. 3-82.

Innym rodzajem korozji elektrochemicznej jest korozja elektrolityczna. Korozja ta jest wywoływana prądami błądzącymi pochodzącymi najczęściej z sieci trakcji elektrycznej prądu stałego (linie kolejowe



Rys. 3-82 Mechanizm powstawania korozji elektrochemicznej

lub tramwajowe). Prądy błądzące wypływają z szyn (będących przewodami powrotnymi prądu roboczego) na odcinkach, na których potencjał szyn jest wyższy od potencjału ziemi, i płynąc nią wracają do szyn na odcinkach o potencjale niższym względem ziemi. Płynąc ziemią prądy błądzące natrafiają na powłokę kabla — której oporność jest mniejsza od oporności gruntu — i wpływają do niej, by wypłynąć w innym miejscu, w którym potencjał kabla jest wyższy od potencjału ziemi i powrócić do szyny. Odcinki, na których prądy błądzące wpływają do powłoki kabla stanowią strefy katodowe, a miejsca wypływu prądów do ziemi — strefy anodowe. W strefach anodowych następuje niszczenie metalu powłoki kabla w wyniku procesu elektrolizy. Prowadzi to z czasem do powstawania nieszczelności powłoki (dziur). Mechanizm przebiegu procesu korozji elektrolitycznej pokazano na rys. 3-83.



Rys. 3-83 Mechanizm powstawania korozji elektrolitycznej wywołanej prądami błądzącymi
1 — kabel powrotny,
2 — kabel telekomunikacyjny,
3 — szyny,
4 — trakcja elektryczna,
5 — podstacja trakcji elektrycznej

Korozja międzykrystaliczna wywoływana jest naprężeniami wewnętrznymi, występującymi w materiale powłoki kabla na skutek okresowych zmian temperatury lub też długotrwałych drgań kabla. Powoduje to rozluźnienie wiązań międzykrystalicznych ołowiu (pęknięcia wzdłuż lub w poprzek granicy ziaren), co pociąga za sobą powstawanie rys korozyjnych na powłoce kabla.

Na korozję międzykrystaliczną najbardziej narażone są kable ułożone na konstrukcjach drgających, takich jak mosty czy wiadukty, oraz kable ułożone wzdłuż ruchliwych arterii komunikacyjnych.

W celu zabezpieczenia kabli telekomunikacyjnych przed korozją

przedsiębrane są różne środki zapobiegawcze; można je ogólnie podzielić na środki ochrony *biernej* oraz *czynnej*.

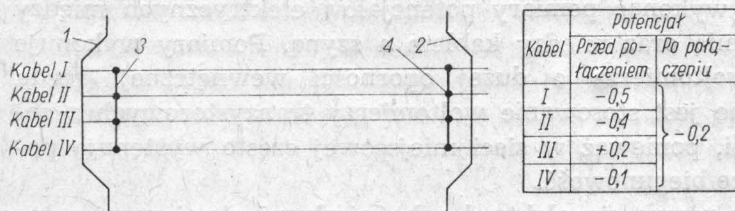
Ochrona bierna polega na stosowaniu odpowiednich materiałów na osłony antykorozyjne oraz odpowiednich metod zabezpieczania linii kablowej podczas jej budowy.

Nowoczesne kable telekomunikacyjne mają (nałożoną w procesie produkcyjnym) osłonę antykorozyjną wytłoczoną z materiałów elektroizolacyjnych, takich jak polietylen lub polwinit. W tej sytuacji korozją są zagrożone tylko złącza kablowe, które należy w związku z tym zabezpieczać albo materiałami izolacyjnymi (osłony termokurczliwe, taśmy izolacyjne z tworzyw sztucznych), albo poprzez malowanie ich lakierami izolacyjnymi lub zalewą kablową typu D.

W celu zabezpieczenia kabli nieopancerzonych przed korozją układa się je wyłącznie w kanalizacji kablowej wykonanej z rur z polichlorku winylu lub z bloków betonowych o otworach asfaltowanych.

Innym sposobem zapewnienia ochrony biernej jest odpowiedni wybór trasy przebiegu kabla — taki, aby zagrożenie korozją było jak najmniejsze. Konieczne jest przy tym jak najściślejsze przestrzeganie zasad dotyczących skrzyżowań i zbliżeń kabli z torami trakcji elektrycznej, z kablami elektroenergetycznymi oraz z rurociągami metalowymi.

Ponadto w sieci miejscowej stosuje się ochronę bierną polegającą na łączeniu ze sobą kabli w studniach kablowych paskami ołowiu. Połączenie takie powoduje wyrównanie się potencjałów elektrycznych na wszystkich powłokach. Na rysunku 3-84 pokazano, w jaki sposób dokonuje się połączenia kabli w studniach kablowych.




| Kabel | Potencjał Przed połączeniem | Po połączeniu |
|---|---|---|
| I | −0,5 | −0,2 |
| II | −0,4 | |
| III | +0,2 | |
| IV | −0,1 | |

Rys. 3-84. Zasada ochrony biernej przed korozją realizowanej za pomocą łączenia kabli w studniach

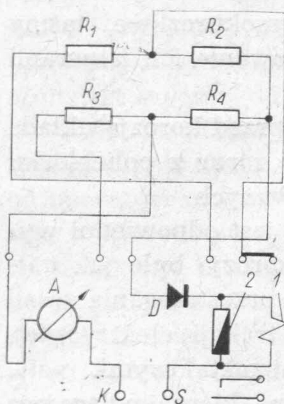
1 — gardło wlotowe studni, 2 — gardło wylotowe studni, 3 — pasek ołowiany, 4 — miejsce lutowania

Ochrona czynna kabli przed korozją polega na wymuszaniu zmiany rozkładu potencjałów istniejących na metalowej powłoce kabla za pomocą elektrycznych urządzeń ochronnych, mających własne zasilanie lub wykorzystujących prądy błądzące.

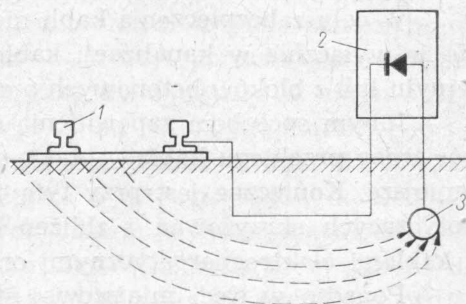
W przypadku zagrożenia korozją elektrolityczną stosujemy urządzenia drenażowe. Zasada działania urządzenia drenażowego polega na niedopuszczaniu do powstawania na kablu podwyższonego potencjału

przez połączenie go z szyną pojazdu elektrycznego za pośrednictwem urządzenia prostownikowo-przekaźnikowego. Uproszczony schemat urządzenia drenażowego pokazano na rys. 3-85, a sposób dołączenia tego urządzenia — na rys. 3-86.

Kablom ułożonym w kanalizacji kablowej korozja elektrochemiczna zagraża w niewielkim tylko stopniu. Natomiast kable układane bezpośrednio w ziemi są narażone przede wszystkim na ten właśnie rodzaj korozji.




Rys. 3-85. Schemat ideowy urządzenia drenażu zaporowego
1 — stycznik,
2 — bezpiecznik

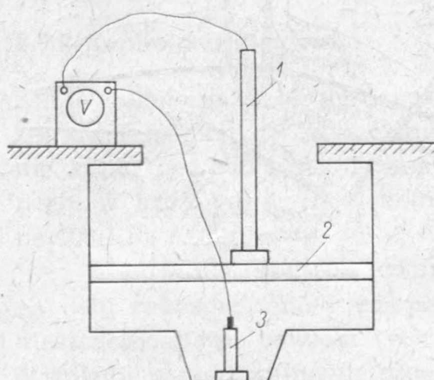



Rys. 3-86. Zasada działania i sposób instalowania drenażu zaporowego
1 — szyna,
2 — urządzenie drenażowe,
3 — kabel

Aby określić stopień zagrożenia korozją danego kabla telekomunikacyjnego, należy wykonać pomiary potencjałów elektrycznych między tym kablem a ziemią oraz między kablem a szyną. Pomiary wykonuje się za pomocą woltomierza o dużej oporności wewnętrznej (rzędu 50 000 Ω). Pożądane jest stosowanie woltomierzy tranzystorowych z zerem pośrodku skali, ponieważ w sieci miejscowej często występują potencjały zmieniające biegunowość.

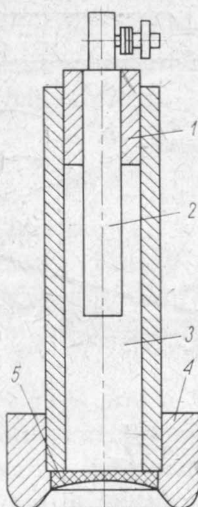
Do pomiarów używa się elektrod z końcówkami ołowianymi ustawianych na kablu oraz siarczano-miedziowych lub z końcówką ołowianą ustawianych na ziemi. Sposób wykonywania pomiaru potencjału „kabel-ziemia" pokazuje rys. 3-87, a budowę elektrody siarczano-miedziowej — rys. 3-88. Przy pomiarze potencjału kabel-szyna stosowane są elektrody z końcówką ołowianą ustawiane na kablu i z końcówką stalową — na szynie (patrz rys. 3-89).

Po wykonaniu pomiaru potencjałów należy sporządzić wykres rozkładu potencjałów wzdłuż trasy, umożliwiający określenie stopnia zagrożenia linii kablowej korozją. Na tej podstawie można ustalić potrzebny rodzaj i dokonać wyboru miejsca ustawienia urządzenia ochronnego. Następnie w wybranych punktach włącza się próbnie urządzenia drena-




Rys. 3-87. Pomiar potencjału „kabel-ziemia” w kanalizacji kablowej

1 — elektroda ołowiana,
2 — kabel,
3 — elektroda siarczano-miedziowa



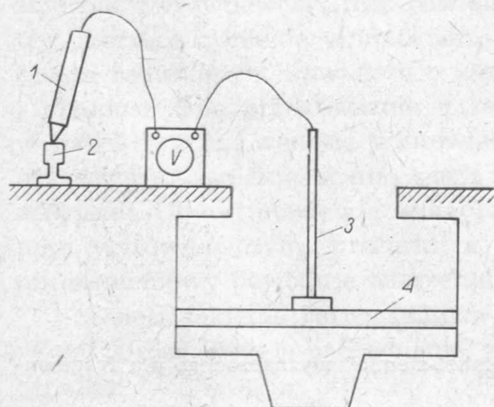

Rys. 3-88. Budowa elektrody siarczano-miedziowej

1 — korek gumowy,
2 — sworzeń miedziany,
3 — roztwór siarczanu miedzi ($CuSO_4$),
4 — pierścień zamykający,
5 — wkładka z miękkiego drewna

żowe i ponownie wykonuje się pomiary. Jeżeli zastosowane drenaże próbne okażą się wystarczające do całkowitego zabezpieczenia linii kablowej przed korozją — instaluje się je na stałe; w przeciwnym razie trzeba włączyć dodatkowe urządzenia drenażu próbnego, po czym ponownie wykonać pomiary rozkładu potencjału na kablu.

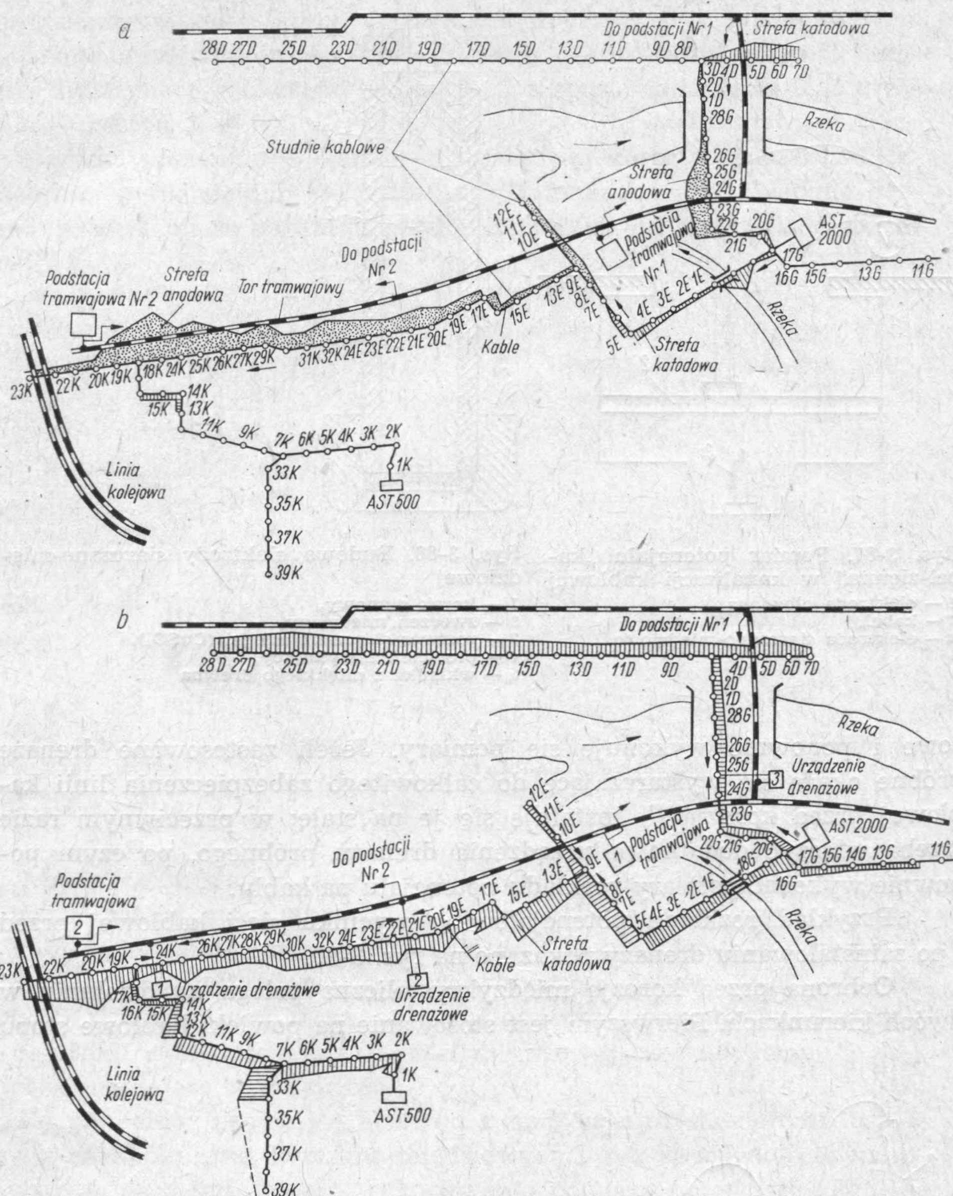
Przykład rozkładu potencjałów w wycinku sieci kablowej przed i po zainstalowaniu drenaży pokazano na rys. 3-90.

Ochrona przed korozją międzykrystaliczną polega na działaniu w dwóch kierunkach. Pierwszym jest stosowanie na powłoki kablowe stopu




Rys. 3-89
Pomiar potencjału „kabel-szyna” w kanalizacji kablowej

1 — elektroda stalowa,
2 — szyna,
3 — elektroda ołowiana,
4 — kabel



Rys. 3-90. Przykład rozkładu potencjału „kabel-ziemia" wyznaczonego dla fragmentu sieci miejscowej
a — przed zastosowaniem drenaży, b — po zastosowaniu drenaży

ołowiu z domieszkami antymonu, cyny lub kadmu, drugim zaś — prowadzenie kabla trasami oddalonymi od źródeł wibracji, stosowanie poduszek amortyzujących pod kablami układanymi na mostach lub układanie kabli w korytkach zalewanych asfaltem.

### 3.9.2. Kontrola ciśnieniowa

Kable telekomunikacyjne sieci miejscowej w większości przypadków znajdują się pod kontrolą ciśnieniową. Należy przez to rozumieć poddanie kabla pewnemu nadciśnieniu w stosunku do ciśnienia atmosferycznego. W krajowej sieci telekomunikacyjnej stosuje się nadciśnienie równe 600 hPa (0,6 at).

Stosowanie kontroli ciśnieniowej kabli telekomunikacyjnych ma na celu zabezpieczenie sieci przed awariami spowodowanymi drobnymi nieszczelnościami powłoki tych kabli. Każde uszkodzenie powłoki kabla o izolacji papierowo-powietrznej nie będącego pod nadciśnieniem, a prowadzonego w kanalizacji narażonej na okresowe zalewanie wodą, prowadzi do zawilgocenia ośrodka tego kabla, a w efekcie — do przerwy w ruchu telefonicznym. Natomiast w przypadku kabli poddawanych kontroli ciśnieniowej uszkodzenie powłoki kabla powoduje spadek nadciśnienia sygnalizowany natychmiast w przełączalni centrali telefonicznej; jednocześnie wydostające się przez uszkodzoną powłokę powietrze nie dopuszcza do zawilgocenia ośrodka kabla.

W sieci miejscowej jest stosowany *bezczujnikowy system kontroli ciśnieniowej* (tzn. bez czujników w złączach na trasie kabla) z automatycznym dopełnianiem powietrza, dzięki czemu nadciśnienie w ośrodku kabla jest na stałym poziomie. Strumień powietrza jest doprowadzany ze stacji dozorującej znajdującej się na końcu linii.

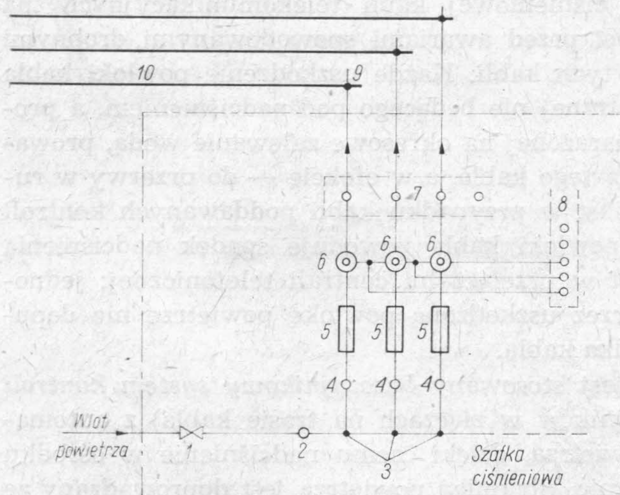
Uzupełnianie powietrza w kablu jest sterowane za pośrednictwem stacyjnych czujników reagujących na spadek ciśnienia, włączających i wyłączających sprężarkę. Sprężarka — napędzana silnikiem elektrycznym z automatycznym włączaniem i wyłączaniem — jest wyposażona w zbiornik wyrównawczy, filtr powietrza, susznik, reduktor oraz manometry mierzące ciśnienie w zbiorniku wyrównawczym oraz ciśnienie robocze za reduktorem. Powietrze o zredukowanym (do roboczego) ciśnieniu i przepuszczone przez susznik z żelem krzemionkowym jest wtłaczane w kabel poprzez wentyle wlutowane w jego powłokę. Jeżeli kabel jest uszkodzony, ciśnienie w nim spada — co wywołuje alarm na stacji dozorującej. Ubytki powietrza w kablu powodują spadek ciśnienia w zbiorniku wyrównawczym sprężarki, a odpowiednio wyregulowany wyłącznik ciśnieniowy powoduje włączenie tej sprężarki.

Dzięki takiemu rozwiązaniu w kablu o niewielkim uszkodzeniu powłoki zawsze istnieje nadciśnienie, niedopuszczające do zawilgocenia jego ośrodka.

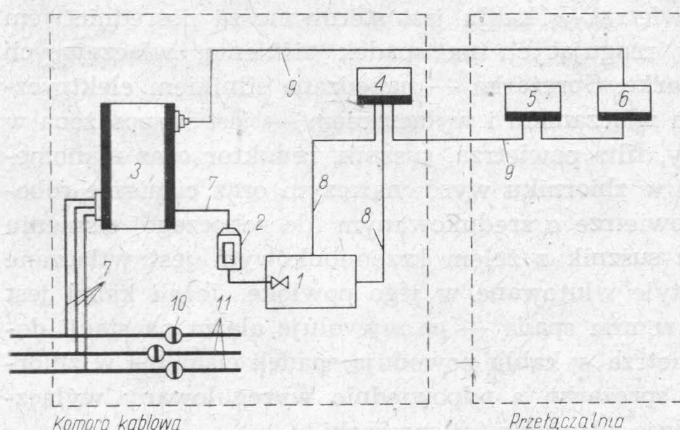
Na stacji dozorującej kontroli ciśnieniowej znajduje się następujące wyposażenie:

1) zespół sprężarki elektrycznej,
2) tablica kontroli pracy sprężarki,
3) susznik z żelem krzemionkowym,
4) przegrody gazoszczelne na każdym kablu wprowadzanym do przełączalni,
5) szafki ciśnieniowe, kontrolujące 10 ÷ 20 sekcji ciśnieniowych,
6) tablica alarmów sprężarki,
7) tablica alarmów sekcji ciśnieniowych.

Wyposażenie ujęte punktami od 1 do 5 znajduje się w komorze




Rys. 3-91
Schemat blokowy szafki ciśnieniowej
1 — zawór zwrotny główny,
2 — automatyczny regulator ciśnienia,
3 — punkty odgałęzień,
4 — zawory przepustowo-kontrolne,
5 — oporniki pneumatyczne,
6 — czujki,
7 — głowice ciśnieniowe,
8 — łączówka zaciskowa,
9 — przegroda gazoszczelna,
10 — kable



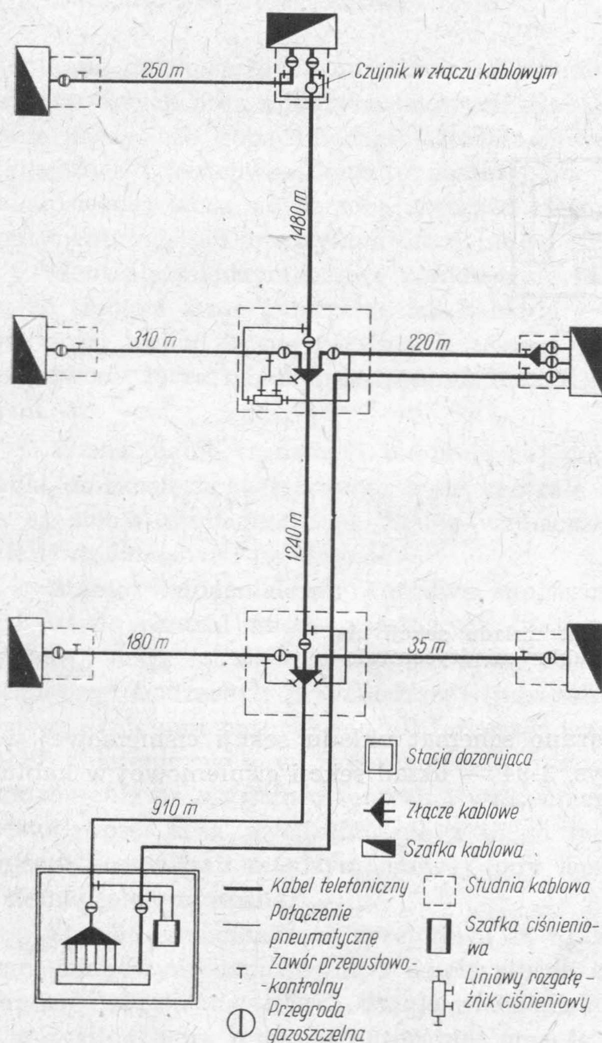

Rys. 3-92. Rozmieszczenie urządzeń kontroli ciśnieniowej na stacji dozorującej
1 — zespół sprężarki, 2 — susznik, 3 — szafka ciśnieniowa, 4 — tablica kontroli pracy sprężarki, 5 — tablica alarmów sprężarki, 6 — tablica alarmów sekcji ciśnieniowej, 7 — połączenie pneumatyczne, 8 — kabel energetyczny, 9 — kabel instalacyjny, 10 — przegroda gazoszczelna, 11 — kabel telekomunikacyjny

kablowej, natomiast 6 i 7 — w przełączalni centrali telefonicznej, gdzie znajduje się obsługa całodobowa.

Schemat blokowy szafki ciśnieniowej pokazano na rys. 3-91, a rozmieszczenie urządzeń kontroli ciśnieniowej na stacji dozorującej uwidoczniono na rys. 3-92.

Oprócz stacyjnego wyposażenia na trasie linii, w każdej sekcji ciśnieniowej znajduje się tzw. *wyposażenie liniowe* kontroli ciśnieniowej. W skład tego wyposażenia wchodzą:

1) przegrody gazoszczelne umieszczone w studniach kablowych przy każdym złączu odgałęźnym na kablu o długości większej niż 50 m oraz

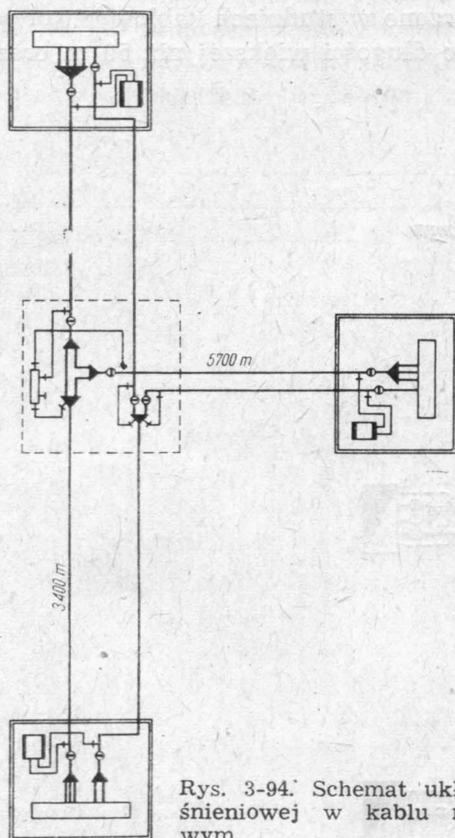



Rys. 3-93. Schemat układu sekcji ciśnieniowej w kablu magistralnym

w studniach podszafkowych na każdym kablu magistralnym i międzyszafkowym,

2) liniowe rozgałęźniki ciśnieniowe, umożliwiające łączenie ze sobą odcinków ciśnieniowych w sposób dowolny,

3) zawory przepustowo-kontrolne na kablach, służące do łączenia ze sobą odcinków ciśnieniowych poprzez rozgałęźnik oraz umożliwiające dokonywanie pomiarów ciśnienia.




Rys. 3-94. Schemat układu sekcji ciśnieniowej w kablu międzycentralowym

Na rysunku 3-93 pokazano schemat układu sekcji ciśnieniowej w kablu magistralnym, a na rys. 3-94 — układ sekcji ciśnieniowej w kablu międzycentralowym.

# 4. Kable dalekosiężne

## 4.1. Struktura sieci dalekosiężnej

Sieć kabli dalekosiężnych umożliwia tworzenie łączy telefonicznych międzymiastowych oraz międzynarodowych. Kable dalekosiężne mają za zadanie łączyć ze sobą międzymiastowe centrale telefoniczne węzłowe, tranzytowe i końcowe. Ponadto poszczególne fragmenty krajowej sieci dalekosiężnej łączą się ze sobą, tworząc część sieci międzynarodowej — kontynentalnej lub międzykontynentalnej.

Centrale międzymiastowe znajdują się na ogół w znacznej odległości od siebie i samo połączenie ich kablami — ze względu na duże tłumienności torów — nie rozwiązuje jeszcze problemu łączności. Z tego też powodu łącza międzymiastowe są niemal zawsze łączami wzmacnianymi.

Wzmacnianie transmisji telefonicznej polega na tym, że na trasie kabla dalekosiężnego łączącego dwie centrale międzymiastowe budowane są stacje wzmacniakowe. Stacje wzmacniakowe można ogólnie podzielić na *końcowe* i *przelotowe*.

Stacje wzmacniakowe końcowe umieszczone są w bezpośrednim sąsiedztwie central międzymiastowych (najczęściej w tym samym budynku) i mają za zadanie bezpośrednie wzmacnianie transmisji telefonicznej wychodzącej i przychodzącej (jeśli transmisja ta jest oparta na systemie telefonii naturalnej) lub też przemianę wielu pojedynczych kanałów telefonicznych w jedno szerokie pasmo częstotliwości oraz jego wzmocnienie na wyjściu z centrali i wzmocnienie przychodzącego pasma częstotliwości oraz wyodrębnienie z niego poszczególnych kanałów na wejściu do centrali międzymiastowej (gdy łącze telefoniczne pracuje w systemie telefonii nośnej).

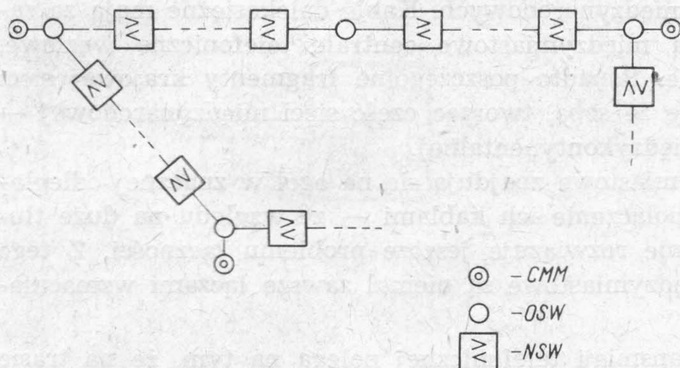
Stacje wzmacniakowe przelotowe są umieszczane między stacjami wzmacniakowymi końcowymi i dzielą się na stacje *obsługiwane* (OSW) oraz *nieobsługiwane* (NSW). Stacje wzmacniakowe obsługiwane obejmują wszystkie łącza telefonii naturalnej oraz te łącza telefonii nośnej, na których zachodzi konieczność wyodrębnienia części kanałów telefonicz-

nych. Natomiast stacje wzmacniakowe nieobsługiwane budowane są tylko na łączach telefonii nośnej — jako stacje przelotowe.

Centrale międzymiastowe, stacje wzmacniakowe oraz kable dalekosiężne tworzą *sieć telekomunikacyjną dalekosiężną* danego obszaru lub kraju.

Do budowy dalekosiężnej sieci krajowej lub międzynarodowej wykorzystuje się dwa podstawowe typy torów, mianowicie:
— linie kablowe symetryczne,
— linie kablowe współosiowe.

Linie kablowe symetryczne można podzielić na linie wykorzystane dla łączy telefonii naturalnej — co oznacza, że każda para przewodów tworzy jeden kanał telefoniczny — lub linie wykorzystywane dla łączy telefonii nośnej, co oznacza, że po jednej parze przewodów przesyła się wiele kanałów telefonicznych.




Rys. 4-1. Poglądowy schemat ilustrujący strukturę sieci dalekosiężnej
OSW — obsługiwana stacja wzmacniakowa, NSW — nieobsługiwana stacja wzmacniakowa

Linie kablowe współosiowe wykorzystywane są wyłącznie dla łączy telefonicznych nośnych i dzielą się na linie *normalnowymiarowe* (typu 2,6/9,5 mm) oraz *małowymiarowe* (typu 1,2/4,4 mm).

Na rysunku 4-1 przedstawiono uproszczony schemat poglądowy sieci dalekosiężnej międzymiastowej.

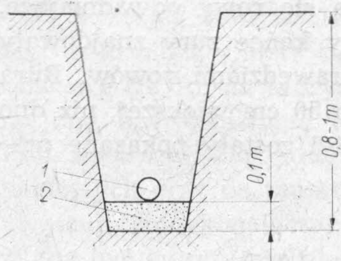
## 4.2. Budowa linii kablowych

### 4.2.1. Układanie ręczne kabli

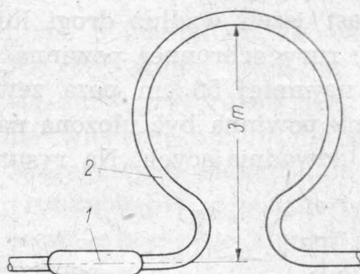
Podczas budowy linii kablowych dalekosiężnych odcinki fabrykacyjne układa się na ogół bezpośrednio w ziemi w kolejności zgodnej z przeprowadzoną wcześniej alokacją. Niejednokrotnie kable trzeba układać w ziemi ręcznie, ponieważ nie ma możliwości zastosowania do tego celu urządzeń mechanicznych. Ma to miejsce np. wówczas, gdy trasa kabla bieg-

nie przez tereny zabudowane, zalesione lub bagniste, czy też przez tereny objęte szkodami górniczymi.

Przygotowany wykop powinien mieć szerokość nie mniejszą niż 40 cm, a głębokość od 0,8 do 1 m, zależnie od rodzaju budowanej linii. W gruntach miękkich kabel może być układany bezpośrednio na dnie wykopu, natomiast w przypadku innych gruntów należy wykonać podsypkę z piasku lub miękkiej ziemi o grubości co najmniej 10 cm. Na rysunku 4-2 pokazano przekrój wykopu, wykonanego w gruncie kamienistym.




Rys. 4-2. Prawidłowo wykonany wykop w gruncie kamienistym
1 — kabel, 2 — podsypka z piasku




Rys. 4-3. Sposób ułożenia zapasu kabla przy złączu
1 — złącze, 2 — zapas

W przypadku gdy projekt techniczny przewiduje pozostawienie zapasów kabla na styku dwóch odcinków fabrykacyjnych, zapasy te powinny być ułożone na tej samej głębokości co kabel, a odchylenie zapasu od linii prostej nie powinno przekraczać dopuszczalnego promienia gięcia kabla. Również przy zmianie kierunku układania linii kablowej trzeba pamiętać o zachowaniu odpowiedniego dla danego typu kabla promienia gięcia. Dopuszczalny promień gięcia jest równy:

— 30-krotnej średnicy zewnętrznej w przypadku kabla współosiowego małowymiarowego,
— 20-krotnej średnicy zewnętrznej w przypadku kabla współosiowego normalnowymiarowego,
— 15-krotnej średnicy zewnętrznej w przypadku kabla symetrycznego.

Na rysunku 4-3 pokazano, jak powinien wyglądać poprawnie ułożony zapas kabla przy złączu.

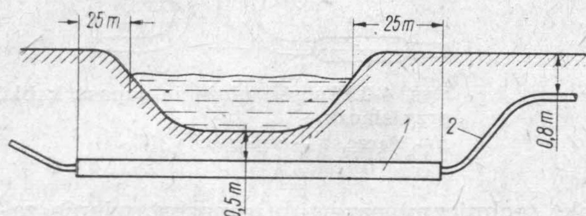
Podczas układania linii w terenie zagrożonym szkodami górniczymi po obu stronach każdego złącza kablowego powinien być pozostawiony zapas kabla o długości jednego metra.

W przypadku gdy trasa linii krzyżuje się z rzeką, kanałem czy też rowem melioracyjnym o szerokości do 25 m kabel powinien być układany — jeśli nie ma on pancerza z drutów stalowych oraz jeśli projekt techniczny nie przewiduje innego rozwiązania — w rurach stalowych o tak dobranej długości, aby na stałych brzegach rzeki czy kanału leżał

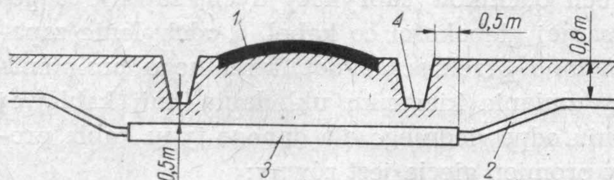
odcinek o długości co najmniej 1 m. Kabel w rurze ochronnej powinien być ułożony na głębokości co najmniej 50 cm poniżej dna rzeki.

Na skrzyżowaniach z drogami lub torami kolejowymi kabel powinien być układany również w rurach ochronnych. Pozostałość kabla przeciąganego przez tego rodzaju obiekty należy rozwinąć z bębna i ułożyć w wydłużoną ósemkę, pamiętając przy tym o dopuszczalnych promieniach gięcia.

Jeżeli droga lub tor kolejowy i okoliczny teren znajdują się na jednym poziomie, długość rury ochronnej powinna być taka, aby jej końce wystawały poza koronę drogi po co najmniej 50 cm z każdej strony; natomiast jeżeli wzdłuż drogi lub toru ciągną się rowy odwadniające, długość rury ochronnej powinna być taka, aby końce rury znajdowały się co najmniej 50 cm poza zewnętrznymi krawędziami rowów. Rura ochronna powinna być ułożona na głębokości o 50 cm większej, niż dno rowów odwadniających. Na rysunkach 4-4 i 4-5 zostały pokazane pra-




Rys. 4-4
Przeprowadzenie kabla pod dnem rzeki
1 — rura stalowa,
2 — kabel




Rys. 4-5
Przeprowadzenie kabla pod drogą
1 — korona drogi,
2 — kabel,
3 — rury stalowe,
4 — rowy odwadniające

widłowo wykonane przejścia kabla w rurach ochronnych pod dnem rzeki i pod drogą.

Końce rur ochronnych powinny być zabezpieczone przed korozją i uszczelnione z obu stron.

W przypadku budowania linii kablowej na terenie zabudowanym lub planowanym do zabudowy, w pobliżu stacji kolejowej, zakładu przemysłowego lub innego obiektu, w pobliżu słupów linii napowietrznej i na terenie zalesionym (jeżeli odległość trasy kabla od słupów lub drzew jest mniejsza niż 2 m), czy też w pobliżu ogrodzeń trwałych (w odległości mniejszej niż 10 m) — należy pamiętać o zabezpieczeniu kabla przed uszkodzeniami mechanicznymi za pomocą płyt żelbetowych, ułożonych na dziesięciocentymetrowej podsypce z piasku lub miałkiej ziemi; podobne zabezpieczenie należy zastosować przy złączach kablowych skrzyniowych i zasobnikach przelotowych stacji wzmacniakowych oraz w miej-

scach, gdzie kabel jest ułożony na głębokości mniejszej niż 0,8 m. Płyty żelbetowe powinny być układane symetrycznie wzdłuż osi kabla, poziomo, bez odstępów między krawędziami czołowymi, dłuższą krawędzią wzdłuż linii kablowej.

W połowie odległości kabla od powierzchni pokrycia powinna być położona żółta lub pomarańczowa taśma polwinitu z napisem ostrzegawczym „Uwaga kabel".

W przypadku przeciętnych warunków terenowych, nie wiążących się ze szczególnymi zagrożeniami — wystarczy zastosowanie tylko taśmy ostrzegawczej.

Przebieg linii kablowej powinien być dokładnie oznakowany. Do tego celu służą słupki oznaczeniowe (SO) oraz słupki oznaczeniowo-pomiarowe (SOP), na których umieszcza się numery rozróżniające. Powinny one być ustawiane w odległości nie większej niż 10 m od trasy linii kablowej. Dokładne odległości poszczególnych słupków od złączy kablowych oraz do punktów zmiany kierunku kabla są podane w dokumentacji powykonawczej. Nadziemna część zakopanego słupka nie powinna być wyższa niż 50 cm.

Podczas budowy kolejowej linii kablowej złącza kablowe oznacza się słupkami oznaczeniowo-montażowymi (SOM), natomiast przebieg trasy kabla (co 100 ÷ 150 m) oraz początek i koniec zapasu kabla oznacza się słupkami oznaczeniowymi trasowymi (SOK).

Przez szerokie rzeki żeglowne przeprowadza się kabel opancerzony drutem stalowym okrągłym (kabel rzeczny), układany na głębokości 1 ÷ 2 m od dna koryta, w zależności od rodzaju gruntu. Zawsze w takim przypadku, w odległości nie mniejszej niż 50 m od danego kabla, powinien być ułożony drugi — tzw. *kabel rokadowy*, włączany do linii w razie uszkodzenia kabla głównego. Przejście przez rzeki należy wykonywać pod kątem 90 ± 10° w stosunku do osi koryta rzeki.

Jeżeli w odległości mniejszej niż 100 m od wyjścia linii kablowej nad rzeką znajduje się most, dopuszcza się przeprowadzenie kabla po moście. W takim przypadku kabel powinien być ułożony w kanale kablowym lub na specjalnej konstrukcji, podwieszonej do konstrukcji wsporczej mostu. Zejście i wejście kabla na most powinno być wykonane za pomocą wykrępowanej łagodnym łukiem (do głębokości ułożenia kabla) rury o takiej długości, aby wychodziła ona na odległość co najmniej 3 m po obu stronach mostu. W bezpośrednim sąsiedztwie wyjścia kabla z rury ochronnej powinny być ułożone zapasy nie mniejsze niż 5 m.

### 4.2.2. Układanie mechaniczne kabli

Wraz z ogólnym postępem techniki nastąpił również rozwój mechanizacji prac w budownictwie łączności. Większość prac związanych z układaniem kabli przejęły maszyny. Przede wszystkim dotyczy to takich prac,

jak prowadzenie wykopu, do wykonania którego wykorzystuje się obecnie koparki łańcuchowe i tarczowe. Kolejnym etapem mechanizacji układania kabli było zastosowanie pługoukładaczy.

Zmechanizowane układanie kabli jest możliwe jedynie na przestrzeniach otwartych, w terenie, gdzie trasa kabla omija osiedla i obszary zalesione. W związku z tym w praktyce mechanizacją robót nie można nigdy objąć całej trasy kabla, a jedynie pewne jej fragmenty, poprzedzielane odcinkami, na których prace muszą być prowadzone ręcznie.

Mechaniczne prowadzenie wykopu (bez układania kabla) stosuje się na takich terenach otwartych, na których nie można zastosować pługoukładacza — np. na obszarach objętych szkodami górniczymi, gdzie należy układać kabel faliście. Również w miejscach wprawdzie dostępnych dla sprzętu mechanicznego, ale wymagających zabezpieczenia kabla przed uszkodzeniami mechanicznymi należy kabel układać ręcznie po uprzednim mechanicznym przygotowaniu wykopu (za pomocą koparki).

Budowa linii kablowej z zastosowaniem koparek polega na mechanicznym wykopaniu rowu kablowego, ręcznym ułożeniu kabla i mechanicznym zasypaniu kabla za pomocą spychacza.

Całkowicie mechaniczne układanie kabli może odbywać się wyłącznie za pomocą pługoukładacza. Pługoukładacz jest pojazdem gąsienicowym, mającym z przodu uchwyt do zamocowania bębna kablowego na osi oraz lemiesz z kasetą, przez którą przechodzi układany kabel.

Podczas układania kabla za pomocą pługoukładacza należy zwrócić szczególną uwagę na promienie gięcia na przejściu kabla przez kasetę. Nie wolno dopuścić do tego, aby powstawał luz kabla na bębnie. Zadaniem grupy układającej kabel za pomocą pługoukładacza jest baczna obserwacja drogi, kontrolowanie przebiegu układania kabla, zmiana bębna po ułożeniu odcinka fabrykacyjnego, wykopanie dołu przed rozpoczęciem układania kabla oraz przytrzymywanie końcówki kabla w czasie ruszania pługoukładacza.

Podczas układania kabla należy szczególnie zadbać o to, aby pługoukładacz poruszał się cały czas z prędkością jednostajną i aby w jednym przebiegu (bez zatrzymywania się) został położony cały odcinek fabrykacyjny. Jest to szczególnie ważne w przypadku układania kabla współosiowego, ponieważ każda zmiana prędkości ruchu powoduje powstawanie trwałych niejednorodności wewnętrznych w parach współosiowych. Prędkość pługoukładacza podczas układania kabla nie powinna przekraczać 0,6 km/godz.

W kasecie pługoukładacza powinien znajdować się otwór, umożliwiający układanie wraz z kablem taśmy ostrzegawczej.

## 4.3. Kable dalekosiężne w powłoce ołowianej

### 4.3.1. Budowa i parametry elektryczne kabli

Telefoniczne kable dalekosiężne w powłoce ołowianej o izolacji żył papierowo-powietrznej i polistyrenowo-powietrznej są przeznaczone dla sieci okręgowej i międzymiastowej.

Rozróżnia się następujące typy kabli dalekosiężnych w powłoce ołowianej:

TKD — telefoniczne (T) kable (K) dalekosiężne (D) w powłoce ołowianej, nieopancerzone, do telefonii naturalnej; mogą zawierać pewną liczbę wiązek przeznaczonych dla telefonii wielokrotnej;

TKDN, TKDNS — telefoniczne (T) kable (K) dalekosiężne (D) w powłoce ołowianej, nieopancerzone, dla telefonii wielokrotnej (N), z żyłami o izolacji polistyrenowo-powietrznej (S);

TKDFt — telefoniczne (T) kable (K) dalekosiężne (D) w powłoce ołowianej, opancerzone taśmami stalowymi (Ft),

TKDNFt — telefoniczne (T) kable (K) dalekosiężne (D) dla telefonii wielokrotnej (N), opancerzone taśmami stalowymi (Ft);

TKDFo, TKDFp — telefoniczne (T) kable (K) dalekosiężne (D) w powłoce ołowianej, opancerzone drutami okrągłymi (Fo) lub drutami płaskimi (Fp);

TKDNFo, TKDNFp — telefoniczne (T) kable (K) dalekosiężne (D) w powłoce ołowianej, dla telefonii wielokrotnej (N), opancerzone drutami okrągłymi (Fo) lub płaskimi (Fp);

TKDFtA, TKDFoA, TKDFpA — telefoniczne (T) kable (K) dalekosiężne (D) w powłoce ołowianej, opancerzone (Ft; Fo; Fp), z osłoną ochronną włóknistą (A);

TKDkFtA, TKDkFoA, TKDkFpA — telefoniczne (T) kable (K) dalekosiężne (D) z taśmą polwinitową (k), opancerzone (Ft, Fo, Fp), z osłoną ochronną włóknistą (A);

TKDy — telefoniczne (T) kable (K) dalekosiężne (D) z osłoną ochronną polwinitową (y).

Wszystkie te kable (z wyjątkiem TKDNS) mają żyły o izolacji papierowo-powietrznej.

Żyły wiązek telefonicznych tych kabli wykonuje się z drutów miedzianych miękkich, o średnicy: 0,7; 0,9; 1,2 lub 1,4 mm, natomiast żyły wiązek radiofonicznych — z drutów o średnicy 0,9 lub 1,4 mm. Izolacja żył jest wykonana w postaci spiralnego obwoju z kordla (sznurka) papierowego oraz taśmy papierowej.

Pojedyncze żyły są skręcane w czwórki gwiazdowe lub wiązki parowe. W przypadku wiązek czwórkowych taśma papierowa stanowiąca izolację żył powinna mieć barwny nadruk, umożliwiający rozróżnianie

żył. Żyły w wiązkach nieparzystych mają nadruk o barwie niebieskiej, a żyły w wiązkach parzystych — o barwie czerwonej. Poszczególne żyły oznacza się w sposób następujący:
żyła *a* pierwszego toru macierzystego — jedna kreska,
żyła *b* pierwszego toru macierzystego — dwie kreski,
żyła *c* drugiego toru macierzystego — trzy kreski,
żyła *d* drugiego toru macierzystego — cztery kreski.

Wewnątrz każdej wiązki czwórkowej znajduje się tzw. *kordel centralny*, zapewniający właściwe ułożenie żył.

Wiązka radiofoniczna jest skręcona z dwóch żył izolowanych o nadruku takim samym, jak dla jednego z torów macierzystych. Skręcone żyły są owinięte taśmą papierową, następnie taśmą ekranującą z folii ołowianej lub aluminiowej albo z papieru metalizowanego oraz ponownie taśmą papierową. Pod taśmą ekranującą jest umieszczona żyła uziemiająca.

Każda wiązka jest owinięta pasemkiem barwnej przędzy złożonym z 4 nitek. Barwa nitek umożliwia odróżnianie warstw oraz wiązek w ośrodku kabla, początku i kierunku liczenia wiązek w warstwie, kierunku transmisji, systemów transmisyjnych itp. Warstwy parzyste mają inne obwoje, niż warstwy nieparzyste.

1. Warstwa pierwsza (rdzeniowa) i każda warstwa nieparzysta. Wiązka rdzeniowa (gdy rdzeń jest jednowiązkowy) oraz wiązka licznikowa i kierunkowa — gdy rdzeń wielowiązkowy — przewidziana do transmisji w kierunku A i B są owinięte pasemkiem przędzy, składającym się z czterech nitek czerwonych.

W przypadku transmisji w kierunku A wiązka rdzeniowa (gdy rdzeń jest jednowiązkowy) oraz wiązka licznikowa i kierunkowa (gdy rdzeń wielowiązkowy) mają obwój z trzech nitek czarnych i jednej czerwonej.

W przypadku zaś transmisji w kierunku B wiązka rdzeniowa oraz wiązka licznikowa i kierunkowa mają obwój z trzech nitek czarnych i jednej zielonej.

Pozostałe wiązki nieparzystych warstw (oraz wielowiązkowego rdzenia) jeśli są przewidziane do transmisji w kierunku A i B — mają obwój z trzech nitek czerwonych i jednej białej, jeśli zaś do transmisji w kierunku A — z dwóch nitek czarnych i dwóch czerwonych oraz dla transmisji w kierunku B — z dwóch nitek czarnych i dwóch zielonych.

2. Wiązki każdej warstwy parzystej. Wiązka licznikowa i wiązka kierunkowa przewidziane do transmisji w kierunku A i B mają obwój z czterech nitek białych.

Wiązka licznikowa i wiązka kierunkowa przewidziane do transmisji w kierunku A mają obwój z trzech nitek białych i jednej czerwonej.

Wiązka licznikowa i wiązka kierunkowa przewidziane do transmisji w kierunku B mają obwój z trzech nitek białych i jednej zielonej.

Pozostałe wiązki warstw parzystych przewidziane do transmisji w

kierunku A i B mają obwój z trzech nitek białych i jednej czerwonej; przewidziane do transmisji w kierunku A — mają obwój z dwóch nitek białych i dwóch czerwonych oraz w przypadku transmisji w kierunku B — z dwóch nitek białych i dwóch zielonych.

Wiązki przeznaczone dla telefonii wielokrotnej mają obwój następujący:

wiązka nr 1 — dwie nitki niebieskie i dwie czarne,
wiązka nr 2 — dwie nitki niebieskie i dwie białe,
wiązka nr 3 — dwie nitki niebieskie i dwie zielone,
wiązka nr 4 — dwie nitki niebieskie i dwie czerwone,
wiązka nr 5 — dwie nitki niebieskie i dwie żółte,
wiązka nr 6 — dwie nitki niebieskie i dwie brązowe,
wiązka nr 7 — dwie nitki niebieskie i dwie pomarańczowe,
wiązka nr 8 — cztery nitki niebieskie,
wiązka nr 9 — trzy nitki niebieskie i jedna czarna,
wiązka nr 10 — trzy nitki niebieskie i jedna biała,
wiązka nr 11 — trzy nitki niebieskie i jedna zielona,
wiązka nr 12 — trzy nitki niebieskie i jedna czerwona,
wiązka nr 13 — trzy nitki niebieskie i jedna żółta,
wiązka nr 14 — trzy nitki niebieskie i jedna brązowa,
wiązka nr 15 — trzy nitki niebieskie i jedna pomarańczowa.

Ośrodek kabla składa się ze współśrodkowo skręconych warstw wiązek, przy czym sąsiadujące ze sobą warstwy są skręcane w przeciwnych kierunkach. Skoki skrętu sąsiadujących ze sobą wiązek powinny być różne. Poszczególne warstwy ośrodka powinny być owinięte pasemkiem przędzy lub taśmą papierową. Warstwa zewnętrzna powinna być owinięta co najmniej dwiema taśmami papierowymi. Warstwy należy liczyć począwszy od rdzenia, a kierunek liczenia wiązek w poszczególnych warstwach powinien być jednakowy. Para radiofoniczna jest umieszczana w rdzeniu ośrodka, natomiast czwórki przeznaczone dla telefonii wielokrotnej rozmieszczone są równomiernie w ostatniej warstwie ośrodka. W ostatniej warstwie pomiędzy czwórkami umieszcza się również żyły sygnalizacyjne.

Dane na temat konstrukcji różnych typów telefonicznych kabli dalekosiężnych zestawiono w tablicy 4.1.

Kable przeznaczone wyłącznie dla telefonii wielokrotnej (TKDN) są skręcane z czterech lub siedmiu czwórek.

Na ośrodek kabla wytłaczana jest powłoka ołowiana.

Na powłoce ołowianej jest umieszczona osłona ochronna, składająca się z warstwy polewy, warstwy papieru nasyconego syciwem oraz warstwy juty — o łącznej grubości 1,8 ÷ 2,0 mm. Kabel jest opancerzony i pokryty warstwą ochronną z kaolinem o grubości 1,5 ÷ 1,8 mm.

Oporność jednostkowa oraz asymetria oporności żył toru macierzy-

Budowa kabli dalekosiężnych TKD

Tablica 4.1

| Całkowita liczba wiązek czwórkowych plus para radiofoniczna | Liczba wiązek | |
|---|---|---|
| | w rdzeniu | w poszczególnych warstwach |
| 6 | 1 | 5 |
| 7 | 1 | 6 |
| 12 | 3 | 9 |
| 17 | 1 | 5 + 11 |
| 19 | 1 | 6 + 12 |
| 27 | 3 | 9 + 15 |
| 34 | 1 | 5 + 11 + 17 |
| 37 | 1 | 6 + 12 + 18 |
| 48 | 3 | 9 + 15 + 21 |
| 57 | 1 | 5 + 11 + 17 + 23 |
| 61 | 1 | 6 + 12 + 18 + 24 |
| 75 | 3 | 9 + 15 + 21 + 27 |
| 91 | 1 | 6 + 12 + 18 + 24 + 30 |
| 108 | 3 | 9 + 15 + 21 + 27 + 33 |
| 127 | 1 | 6 + 12 + 18 + 24 + 30 + 36 |

Wymagane parametry elektryczne toru macierzystego

Tablica 4.2

| Średnica żyły [mm] | 0,7 | 0,9 | 1,2 | 1,4 |
|---|---|---|---|---|
| Dopuszczalna wartość oporności jednostkowej [Ω/km] | 95,6 | 56,6 | 31,9 | 23,4 |
| Dopuszczalna wartość asymetrii oporności [Ω] | 0,65—100% pom.<br>0,33—90% pom. | 0,2 | 0,12 | 0,08 |

stego przy temperaturze otoczenia 20°C nie powinna przekraczać wartości podanych w tablicy 4.2.

Oporność izolacji pojedynczej żyły każdej wiązki w jednym kilometrze kabla względem pozostałych żył połączonych ze sobą oraz z powłoką metalową powinna przy temperaturze 20°C wynosić co najmniej 20 000 MΩ, a oporność izolacji żyły sygnalizacyjnej lub kontrolnej — co najmniej 5000 MΩ.

Pojemność skuteczna dla torów macierzystych powinna wynosić 26,5 nF/km, dla torów pochodnych — 67 nF/km, a dla par radiofonicznych — 38 nF/km.

Asymetria pojemności odcinka kabla o długości 340 m nie powinna przekraczać wartości podanych w tablicy 2.11 (patrz p. 2.4.3). W celu wyznaczenia dopuszczalnej wartości asymetrii pojemności dla odcinka kabla o innej długości należy posłużyć się odpowiednim współczynnikiem przeliczeniowym, wynoszącym w odniesieniu do wartości średnich asymetrii pojemności $k_1$ i $k_9$ (patrz tablica 2.12) $\frac{l}{340}$, a w odniesieniu do wartości średnich pozostałych asymetrii pojemności ($k_2 \div k_8$) oraz wszy-

stkich wartości maksymalnych — $\frac{l}{340}$, gdzie $l$ — długość kabla w metrach.

Moduł impedancji falowej przy częstotliwości 252 kHz powinien wynosić 172 ± 4 Ω.

Tłumienność zbliżnoprzenikowa przy 120 kHz w wiązkach do telefonii wielokrotnej powinna wynosić:
6,3 Np dla 100% pomiarów,
7,3 Np dla 90% pomiarów.

Tłumienność zdalnoprzenikowa przy 120 kHz wynosi:
7,9 Np dla 100% pomiarów,
8,9 Np dla 90% pomiarów.

Szczelność powłoki metalowej powinna być taka, aby po upływie 16 godzin od chwili napompowania kabla do ciśnienia 2,5 at (2500 hPa) manometr nie wykazał jego spadku.

**Kable o izolacji żył polistyrenowo-powietrznej**

Krajowy przemysł kablowy produkuje dwa rodzaje kabli o żyłach w izolacji polistyrenowo-powietrznej, wykorzystywanych najczęściej dla telefonii 60-krotnej. Są to kable:
a) TKDNS 7×4×1,2 + 2×1×0,8
b) TKDNS 4×4×1,2 + 2×1×0,8

Żyły czwórek tych kabli są wykonane z drutu miedzianego miękkiego, o średnicy 1,2 mm, natomiast żyły sygnalizacyjne — z drutu miedzianego o średnicy 0,8 mm; żyły sygnalizacyjne mogą być emaliowane.

Izolacja żył jest wykonana w postaci spiralnego obwoju z kordla polistyrenowego (żyłki) oraz z przezroczystej taśmy polistyrenowej. Stosuje się żyłki o następujących barwach:
żyła *a* pierwszego toru macierzystego — żółta,
żyła *b* pierwszego toru macierzystego — czerwona,
żyła *a* drugiego toru macierzystego — zielona,
żyła *b* drugiego toru macierzystego — niebieska.

Taśma polistyrenowa stosowana w tym przypadku, jest bezbarwna. Z czterech żył różnobarwnych skręca się czwórkę gwiazdową, która ma wewnątrz kordel centralny.

Każda czwórka jest owinięta przędzą bawełnianą, składającą się z czterech nitek o następujących barwach:
czwórka nr 1 — cztery nitki czarne,
czwórka nr 2 — trzy nitki niebieskie i jedna nitka biała,
czwórka nr 3 — trzy nitki białe i jedna nitka niebieska,
czwórka nr 4 — cztery nitki białe,
czwórka nr 5 — cztery nitki zielone,

czwórka nr 6 — cztery nitki czerwone,
czwórka nr 7 — trzy nitki czarne i jedna nitka czerwona.
Czwórki są skręcone w ośrodek.

Większość parametrów elektrycznych kabli o izolacji żył polistyrenowo-powietrznej ma te same wartości, co dla kabli o izolacji papierowo-powietrznej; uzyskano tu jednak mniejszą pojemność skuteczną (22,5 nF/km). Wartość znamionowa modułu impedancji falowej torów macierzystych przy częstotliwości 180 kHz powinna wynosić 185 Ω.

### 4.3.2. Montaż kabli dalekosiężnych w powłoce ołowianej

Sposób montażu kabli dalekosiężnych w powłoce ołowianej i o papierowo-powietrznej izolacji żył różni się nieco od montażu kabli miejscowych lub okręgowych typu TKM.

W tablicy 4.3 podane są typy i rodzaje złączy montowanych na kablach dalekosiężnych.

**Sposób oznaczania złączy kabli dalekosiężnych** Tablica 4.3

| Typ złącza | Rodzaj | Oznaczenie |
|---|---|---|
| Przelotowe | zwykłe<br>wyrównawcze<br>czujnikowe<br>pupinizacyjne | ZP<br>ZPW<br>ZPC<br>ZPP |
| Odgałęźne | jednostronne<br>dwustronne | ZO<br>ZOD |
| Kondensatorowe | | ZK |
| Rozdzielcze | zwykłe<br>izolujące | ZR<br>ZRI |
| Skrzyniowe | pupinizacyjne<br>uzupełniające<br>wyrównawcze | ZSP<br>ZSU<br>ZSW |

**Przygotowanie miejsca pracy**

Ponieważ kable dalekosiężne są układane w kanalizacji kablowej w miastach oraz bezpośrednio w ziemi poza miastami, zachodzi więc potrzeba montowania ich zarówno w studniach kablowych, jak i w dołach monterskich. Montaż w studniach kablowych przebiega w sposób opisany w p. 3.2.2. Trzeba przy tym tylko pamiętać, aby promień gięcia kabla nie przekraczał wartości dopuszczalnej.

Podczas montażu kabli ziemnych należy w odpowiednim miejscu wykopać dół monterski, którego dno powinno znajdować się co najmniej o 15 cm niżej od głębokości, na której układa się kabel. W przypadku pracy na gruntach podmokłych obok dołu monterskiego należy wykopać

dół odwadniający. W gruntach grząskich lub sypkich należy na dnie wykopu układać żelbetowe płyty oporowe, zabezpieczające złącza przed zapadaniem się. Nad dołem monterskim powinien być zawsze ustawiony namiot. Końce kabla w dole monterskim powinny być ułożone i umocowane na kozłach lub innych podporach, na wysokości zapewniającej jak najdogodniejsze warunki pracy.

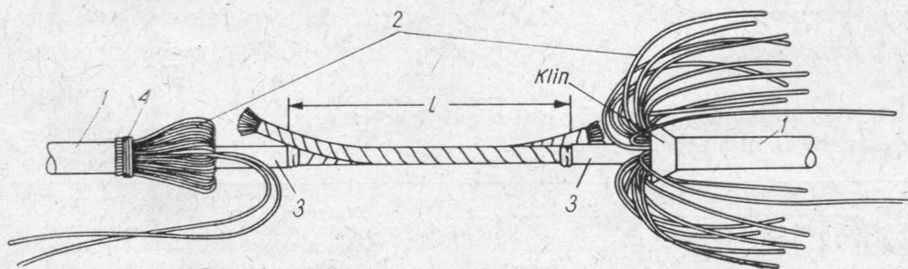
**Montaż złącza**

Przygotowanie końców kabli rozpoczyna się od zaznaczenia odcinka, na którym ma być zdjęta odzież ochronna kabla; odcinek ten powinien być nieco krótszy od długości wnętrza zakładanej mufy ochronnej.

W przypadku kabla w osłonie włóknistej opancerzonego taśmami stalowymi — na którym stosuje się mufy zwykłe — należy na osłonie, w odległości 5 cm od krawędzi zaznaczonego odcinka, wykonać obrączki z drutu miedzianego (lub miękkiego stalowego) o grubości co najmniej 1 mm w celu zapobiegnięcia rozwijaniu się osłony. Osłonę należy obciąć w odległości około 1 cm przed obrączką i zdjąć z końca kabla.

Po zdjęciu osłony włóknistej należy w odległości około 2 cm od jej końca oczyścić i pobielić pancerz. Następnie na miejsca pobielone nawinąć około 5 zwojów drutu miedzianego (o średnicy co najmniej 1 mm) i tak wykonaną obrączkę przylutować na całym obwodzie do pancerza, po czym naciąć pancerz przy obrączce i usunąć z końca kabla.

Jeżeli wykonuje się złącze na kablu opancerzonym drutami stalowymi i zgodnie z dokumentacją projektową wymagane jest zastosowanie na złączach muf żeliwnych wzmocnionych — na końce kabli nasuwamy kliny, przesuwając je do końca odcinków, na których ma być zdjęta odzież ochronna (patrz rys. 4-6). Osłonę włóknistą należy obciąć



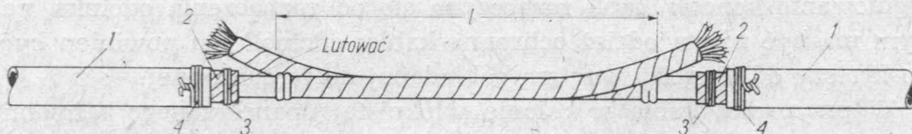

Rys. 4-6. Przygotowanie do montażu końców kabla ziemnego opancerzonego drutem stalowym

1 — osłona antykorozyjna, 2 — pancerz z drutów stalowych, 3 — powłoka ołowiana, 4 — obrączka z drutu, l — długość zdejmowanego odcinka powłoki

obok klinów, a zagięte druty pancerza (oprócz dwóch lub trzech, które pozostawia się luźne) rozłożyć wzdłuż nich równomiernie na obwodzie kabli; końce zagiętych drutów „wiąże się" tuż za klinami obrączkami z drutu miedzianego, które następnie przylutowuje się na całym obwo-

dzie kabla do pancerza (rys. 4-7). Części drutów wystające poza obrączkę należy obciąć.

Po zdjęciu z kabla odzieży ochronnej odmierza się odcinki, na których należy zdjąć powłokę ołowianą. Na kablu o średnicy do 30 mm powłokę należy naciąć wzdłuż jego obwodu, odłamać w miejscu nacięcia i zsunąć. W przypadku kabli o większej średnicy zaleca się wykonanie najpierw trzech nacięć na powłoce — jednego poprzecznego po obwodzie kabla oraz dwóch wzdłużnych, tworzących na całej długości zdejmowanego odcinka powłoki (do nacięcia poprzecznego) pasek o szerokości oko-




Rys. 4-7. Przygotowanie do montażu końców kabla ziemnego opancerzonego taśmą stalową
1 — osłona antykorozyjna (juta), 2 — pancerz z taśmy, 3 — powłoka, 4 — obrączka z drutu

ło 10 mm. W celu zdjęcia powłoki należy wówczas najpierw oderwać ten pasek, a następnie rozchylić powłokę i oderwać ją wzdłuż linii nacięcia poprzecznego.

W przypadku kabla z osłoną termoplastyczną (zamiast włóknistej) należy po zaznaczeniu długości złącza naciąć poprzecznie osłonę w dwóch — oddalonych od siebie o 15 cm — miejscach (pierwsze nacięcie w miejscu wyznaczonym długością złącza). Następnie należy zdjąć osłonę z kabla na odcinku ograniczonym nacięciami i wykonać obrączki zabezpieczające pancerz przed rozwijaniem się. Dopiero po przylutowaniu obrączek można zdjąć pozostałą część osłony.

Na tak przygotowany kabel należy nasunąć osłonę złączową o odpowiednio dobranej długości (p. tablice 4.4—4.9), sklepaną uprzednio z jednej strony na wałkach modelowych do średnicy większej o co najmniej 2 mm od średnicy kabla w odzieży ochronnej. W przypadku wyko-

**Parametry konstrukcyjne przelotowych i odgałęźnych złączy dalekosiężnych kabli nieopancerzonych** Tablica 4.4

| Średnica zewnętrzna kabla [mm] | Osłona | | Długość zdejmowanego odcinka powłoki [mm] | Typ wałka modelowego |
|---|---|---|---|---|
| | średnica wewnętrzna [mm] | długość [mm] | | |
| 20 | 50 | 450 | 340 | WP 50 |
| 30 | 70 | 500 | 360 | WP 70 |
| 40 | 90 | 590 | 440 | WP 90 |
| 50 | 100 | 640 | 520 | WP 100 |
| 60 | 120 | 640 | 520 | WP 120 |
| 70 | 120 | 640 | 520 | WP 120 |
| 80 | 120 | 640 | 520 | WP 120 |

nywania złącza w mufie wzmocnionej średnica otworu w osłonie powinna być większa o co najmniej 1 mm od średnicy klina wraz z zamocowanymi na nim drutami pancerza.

Kolejną czynnością, którą należy wykonać przed rozpoczęciem montażu, jest rozszycie ośrodka kabla. W celu zabezpieczenia izolacji żył przed uszkodzeniem krawędzią ołowianej powłoki w trakcie rozkładania wiązek należy zdejmowaną z ośrodka taśmę papierową pozostawić na odcinku około 1 cm od obciętej powłoki i owinąć dwiema warstwami suchej, czystej taśmy bawełnianej. Wiązki należy rozkładać warstwami,

**Parametry konstrukcyjne przelotowych złączy z mufami zwykłymi na kablach ziemnych**

Tablica 4.5

| Średnica zewnętrzna kabla wraz z odzieżą [mm] | Wymiary osłony [mm] | | | Długość zdejmowanego odcinka odzieży i powłoki (rys. 4-10) [mm] | | Typ wałka modelowego | Typ mufy |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | średnica wewnętrzna | długość | grubość ścianki | a | b | | |
| 30 | 40 | 250 | 2,5 | 350 | 40 | WP 40 | MP 30 |
| 40 | 50 | 370 | 2,5 | 490 | 40 | WP 50 | MP 40 |
| 50 | 60 | 490 | 3,0 | 610 | 40 | WP 60 | MP 50 |
| 60 | 80 | 530 | 3,0 | 680 | 40 | WP 80 | MP 60 |
| 70 | 90 | 590 | 3,0 | 760 | 40 | WP 90 | MP 70 |
| 80 | 100 | 640 | 3,0 | 820 | 50 | WP 100 | MP 80 |

**Parametry konstrukcyjne przelotowych złączy z mufami wzmocnionymi na kablach ziemnych**

Tablica 4.6

| Średnica zewnętrzna kabla wraz z odzieżą [mm] | Wymiary osłony [mm] | | | Długość zdejmowanego odcinka powłoki [mm] | Typ mufy |
|---|---|---|---|---|---|
| | średnica wewnętrzna | długość | grubość ścianki | | |
| 50 | 50 | 420 | 2,5 | 330 | MPW 40 |
| 60 | 60 | 510 | 3,0 | 390 | MPW 50 |
| 80 | 90 | 680 | 3,0 | 550 | MPW 70 |
| 90 | 90 | 680 | 3,0 | 550 | MPW 80 |

**Parametry konstrukcyjne odgałęźnych złączy z mufami zwykłymi na kablach ziemnych**

Tablica 4.7

| Kable przychodzące | | Kable wychodzące | | Wymiary osłony | | Długość zdejmowanego odcinka odzieży (rys. 4-10) [mm] | | Typ mufy |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| liczba | średnica zewnętrzna [mm] | liczba | średnica zewnętrzna [mm] | średnica wewnętrzna [mm] | długość [mm] | a | b | |
| 1 | 45 | 2 | 45 | 60 | 410 | 530 | 40 | MOJ 45 |
| 1 | 60 | 2 | 60 | 90 | 570 | 720 | 40 | MOJ 60 |
| 1 | 70 | 2 | 70 | 100 | 650 | 820 | 40 | MOJ 70 |
| 2 | 50 | 2 | 50 | 80 | 520 | 640 | 40 | MOD 50 |
| 2 | 80 | 2 | 80 | 120 | 700 | 900 | 50 | MOD 80 |

**Parametry tulejek papierowych nakładanych na skrętki żył kabli TKD**

Tablica 4.8

| Średnica żyły [mm] | Wymiary tulejki [mm] | | Typ tulejki |
|---|---|---|---|
| | średnica wewnętrzna | długość | |
| 0,6<br>0,7 | 3,5 | 45 | TK 3,5 |
| 0,8<br>0,9 | 4,5 | 60 | TK 4,5 |
| 1,0<br>1,1<br>1,2 | 5,5 | 60 | TK 5,5 |
| 1,3<br>1,4 | 7,0 | 80 | TK 7 |

rozpoczynając od warstwy zewnętrznej i kierując się w stronę rdzenia.

Ośrodek kabla łączy się w zasadzie tak samo, jak w przypadku kabla TKM (patrz p. 3.2.2). Różnica polega tylko na tym, że końce skrętek żył wykonanych na kablu dalekosiężnym należy dodatkowo zlutować na długości około 1 cm (spoiwem cynowo-ołowianym).

Do izolowania połączeń powinny być używane wygotowane w parafinie tulejki izolacyjne papierowe o rozmiarach podanych w tablicy 4.8.

**Wymiary osłony odgałęźnych złączy z mufami wzmocnionymi na kablach ziemnych**

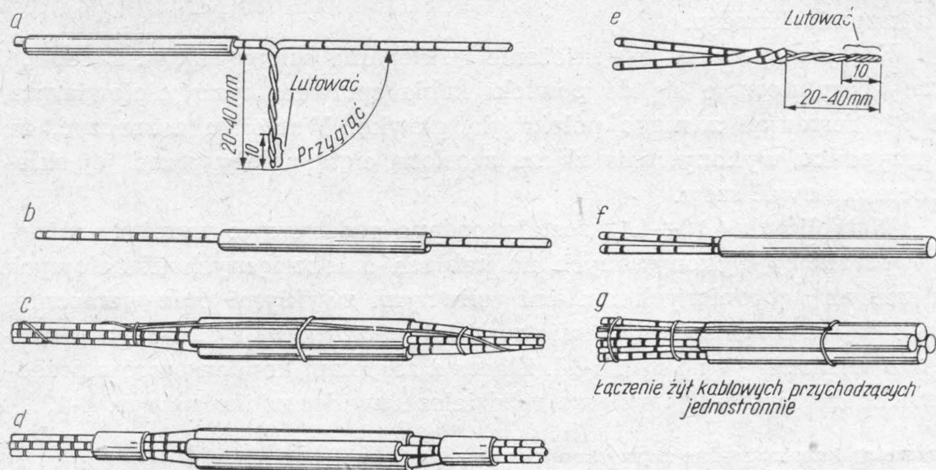
Tablica 4.9

| Średnica zewnętrzna kabla wraz z odzieżą [mm] | Wymiary osłony [mm] | | | Typ mufy |
|---|---|---|---|---|
| | średnica zewnętrzna | długość | długość ścianki | |
| 60 | 60 | 480 | 3,0 | MOJW 50 |
| 80 | 90 | 650 | 3,0 | MOJW 70 |

Poszczególne fazy łączenia żył pokazano na rys. 4-8. W przypadku łączenia więcej niż dwóch żył w jednej skrętce średnica tulejki powinna być tak dobrana, aby wchodziła ona na skrętkę ściśle, ale nie powodując ściągnięcia lub uszkodzenia izolacji żył.

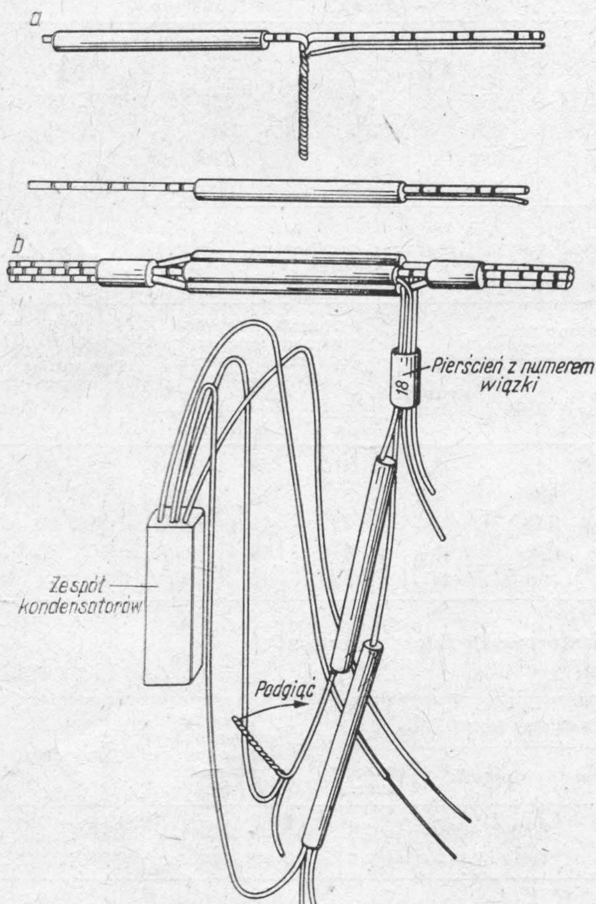
Jeżeli w danym złączu są włączane kondensatory, zespoły wyrównawcze lub czujniki kontroli ciśnieniowej — połączenia żył wykonuje się w sposób pokazany na rys. 4.9. Na każdą z czwórek, w które włączane są jakieś zespoły, należy założyć papierowy pierścionek z kolejnym numerem wiązki.

Połączony ośrodek kabla należy wysuszyć za pomocą palnika benzynowego, osłaniając przy tym złącze od góry ceratką lub plandeczką. Płomień palnika powinien być kierowany pod złączem ku dołowi, aby nie przepaliła się izolacja żył. Następnie należy ośrodek owinąć banda-




Rys. 4-8. Łączenie żył i wiązek

a, b, e — wykonywanie skrętki żył, c, g — połączona wiązka czwórkowa związana nićmi, d — połączona wiązka czwórkowa z założonym pierścieniem zabezpieczającym, f — wprowadzenie skrętki do tulejki jednostronnie zamkniętej




Rys. 4-9
Sposób włączania kondensatorów wyrównawczych
a — dołączenie dodatkowego przewodu do skrętki żył,
b — dołączenie kondensatorów

żem i ponownie suszyć. Złącza kablowe można również suszyć za pomocą żelu krzemionkowego.

Kolejną operacją jest założenie i sklepanie osłony złącza. Sklepaną osłonę przylutowuje się do powłoki kabla spoiwem cynowo-ołowianym LC 30, formując z niego półokrągłą główkę. Warto tu zaznaczyć, że w przypadku wykonywania złącza z osłoną ciętą należy przed jej sklepaniem zlutować szew.

W tablicach 4.10÷4.13 zostały podane podstawowe wymiary różnego typu złączy wykonywanych na kablach dalekosiężnych (kanałowych i ziemnych), chronionych mufami żeliwnymi zwykłymi oraz wzmocnionymi. Złącze przelotowe w mufie zwykłej pokazano na rys. 4-10, a w mufie wzmocnionej — na rys. 4-11. Złącze z zespołem kondensatorów przedstawiono na rys. 4-12, a złącze rozdzielcze uwidoczniono na rys. 4-13.

**Parametry konstrukcyjne złączy kondensatorowych kabli nieopancerzonych**

Tablica 4.10

| Średnica zewnętrzna [mm] | Wymiary osłony [mm] | | | | Długość zdejmowanego odcinka powłoki [mm] | Typ wałka modelowego |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | średnica wewnętrzna | średnica gardła | długość | grubość ścianki | | |
| 28 | 125 | 28 | 340 | 3,0 | 250 | WK 30 |
| 48 | 145 | 48 | 420 | 3,0 | 330 | WK 50 |
| 66 | 165 | 66 | 530 | 3,0 | 420 | WK 70 |
| 74 | 235 | 74 | 620 | 3,0 | 500 | WK 80 |
| 86 | 270 | 86 | 690 | 3,0 | 550 | WK 90 |
| 94 | 300 | 94 | 740 | 3,0 | 600 | WK 100 |

**Parametry konstrukcyjne kondensatorowych złączy z mufami zwykłymi na kablu ziemnym**

Tablica 4.11

| Średnica zewnętrzna kabla wraz z odzieżą [mm] | Wymiary osłony [mm] | | | | Długość zdejmowanego odcinka odzieży i powłoki (rys. 4-12) [mm] | | | Typ mufy żeliwnej |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | średnica wewnętrzna | średnica gardła | długość | grubość ścianki | *a* | *b* | *c* | |
| 30 | 125 | 28 | 340 | 3,0 | 510 | 40 | 250 | MK 30 |
| 50 | 145 | 48 | 420 | 3,0 | 610 | 40 | 330 | MK 50 |
| 70 | 165 | 66 | 530 | 3,0 | 690 | 40 | 420 | MK 70 |
| 80 | 235 | 74 | 620 | 3,0 | 850 | 50 | 500 | MK 80 |
| 90 | 270 | 86 | 690 | 3,0 | 920 | 50 | 550 | MK 90 |

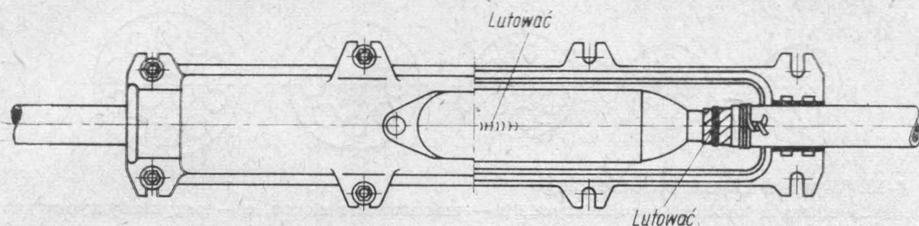
**Parametry konstrukcyjne kondensatorowych złączy z mufami wzmocnionymi na kablu ziemnym**

Tablica 4.12

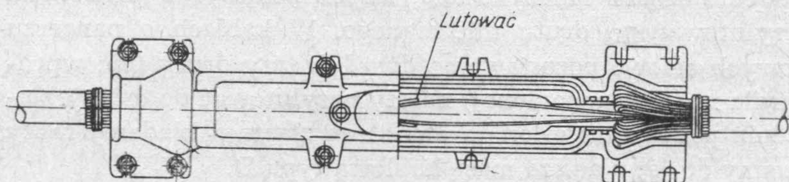
| Średnica zewnętrzna kabla wraz z odzieżą [mm] | Wymiary osłony [mm] | | | | Długość zdejmowanego odcinka powłoki [mm] | Typ mufy |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | średnica wewnętrzna | średnica gardła | długość | grubość ścianki | | |
| 60 | 145 | 48 | 420 | 3,0 | 330 | MKW 50 |
| 80 | 165 | 66 | 530 | 3,0 | 420 | MKW 70 |

**Parametry konstrukcyjne złączy rozdzielczych** Tablica 4.13

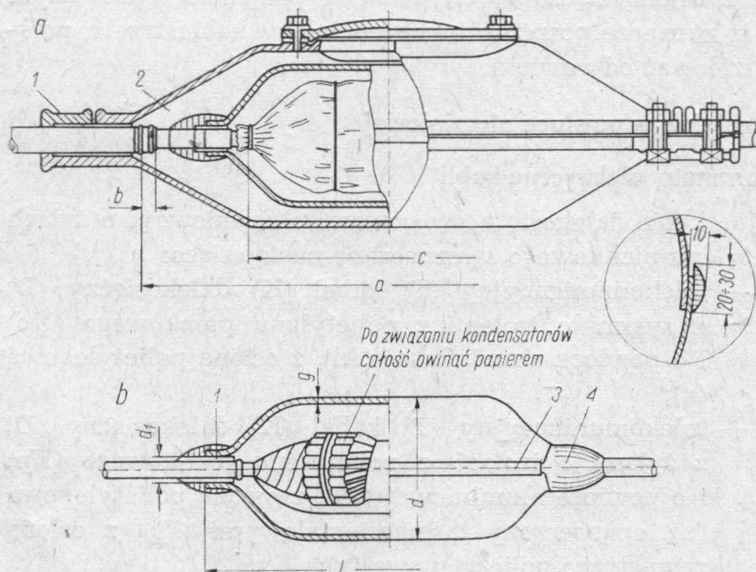
| Wymiary osłony złącza (rys. 4-13) [mm] | | Wymiary nasady palcowej (rys. 4-13) [mm] | | | | Liczba kabli rozdzielczych | Typ wałka modelowego |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| średnica wewnętrzna (d) | długość (l) | średnica ($d_1$) | długość ($l_1$) | poziom lanego spoiwa (a) | długość odcinka osłony zachodzącego na nasadę | | |
| 70 | 550 | 90 | 130 | 20 | 10—20 | 4 | WR 60 |
| 80 | 550 | 100 | 130 | 20 | 10—20 | 7 | WR 80 |
| 100 | 550 | 120 | 130 | 20 | 10—20 | 9 | WR 100 |
| 120 | 550 | 140 | 130 | 20 | 10—20 | 13 | WR 120 |




Rys. 4-10. Wygląd złącza przelotowego w mufie zwykłej

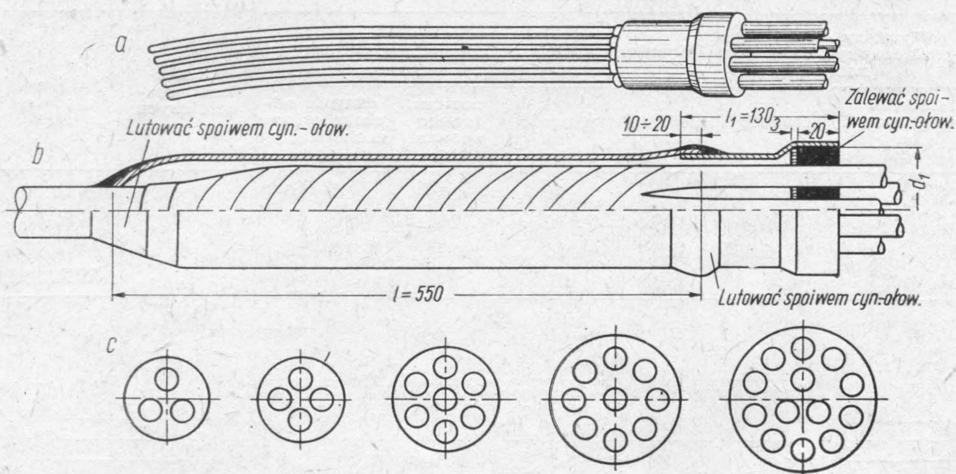



Rys. 4-11. Wygląd złącza przelotowego w mufie wzmocnionej




Rys. 4-12. Wygląd złącza kondensatorowego

a — **zasada montażu na kablu ziemnym**, b — **ułożenie** kondensatorów w złączu; 1 — **podkładka**, 2 — **przestrzeń** zalana masą, 3 — lutowanie wzdłużne, 4 — główka lutowana




Rys. 4-13. Wygląd złącza rozdzielczego
a — nasada złącza z kablami rozdzielczymi, b — zmontowane złącze, c — przykłady typowych nasad palcowych

Po zamknięciu złącza należy osłonę złącza połączyć z pancerzem za pomocą przylutowanego drutu miedzianego. W kablach o pancerzu z drutów stalowych celowo pozostawione dwa lub trzy druty (nie wprowadzone do gardła mufy wzmocnionej) należy przylutować do osłony złącza. Po połączeniu pancerza z osłoną z obu stron złącza zakładamy mufy żeliwne i wlewamy do jej wnętrza masę kablową typu D.

W przypadku kabli w osłonach termoplastycznych również należy połączyć pancerz z osłoną złącza — chyba że w projekcie technicznym jest zaznaczone, iż pancerze poszczególnych odcinków kabla trzeba połączyć ze sobą i odizolować od powłoki.

## 4.4. Kable dalekosiężne w powłoce aluminiowej

### 4.4.1. Budowa i parametry elektryczne kabli

Telekomunikacyjne kable dalekosiężne w powłoce aluminiowej i o żyłach w izolacji z polietylenu piankowego są oznaczane następująco:

AlTKDXpx — telekomunikacyjny (T) kabel (K) dalekosiężny (D) z żyłami o izolacji z polietylenu piankowego (Xp) i o powłoce aluminiowej (Al), z osłoną polietylenową (x);

AlTKDXpxFtx — telekomunikacyjny (T) kabel (K) dalekosiężny (D) z żyłami o izolacji z polietylenu piankowego (Xp) i o powłoce aluminiowej (Al), z osłoną polietylenową (x), opancerzony taśmami stalowymi (Ft), z osłoną zewnętrzną polietylenową (x);

AlTKDXpxFox — telekomunikacyjny (T) kabel (K) dalekosiężny (D) z żyłami o izolacji z polietylenu piankowego (Xp) i o powłoce aluminiowej (Al), z osłoną polietyleno-

wą (x), opancerzony drutami stalowymi okrągłymi (Fo), z osłoną zewnętrzną polietylenową (x).

Kable te mają żyły wykonane z drutu miedzianego miękkiego, o średnicy 0,9 lub 1,2 mm. Średnica żyły lokalizacyjnej wynosi 0,9 mm. Grubość izolacji w przypadku żyły 0,9 mm wynosi 0,3 mm, a dla żyły 1,2 mm — 0,4 mm. Żyła lokalizacyjna ma izolację z polietylenu niespienionego, cyklicznie nacinaną w odstępach nie większych, niż co 100 mm. Na powierzchni izolacji żył jest naniesiona wzdłużnie barwna kreska. Żyły izolowane skręca się w wiązki czwórkowe gwiazdowe. Przyjęta została następująca zasada barwnego oznaczania żył jednej wiązki czwórkowej:

żyła *a* — kreska czerwona,
żyła *b* — kreska biała lub bez paska,
żyła *c* — kreska zielona,
żyła *d* — kreska szara.

Każda czwórka jest owinięta ze skokiem około 40 mm pasemkiem barwnej przędzy. Barwy oplotów są podane w tablicy 4.14.

Wiązki czwórkowe są skręcone warstwowo w ośrodek. Rdzeń ośrodka oraz każda warstwa — są owinięte pasemkiem barwnej przędzy lub barwną tasiemką zgodnie z zasadami podanymi w tablicy 4.15.

**Stosowane barwy oplotu w kablach o powłoce aluminiowej** Tablica 4.14

| Numer warstwy | Barwa oplotu czwórek | | | | Barwy oplotu warstwy |
|---|---|---|---|---|---|
| | wiązka licznikowa | wiązka kierunkowa | wiązka nieparzysta | wiązka parzysta | |
| rdzeń | czerwona | niebieska | żółta | brązowa | czerwona |
| warstwa 1 | | | biała | zielona | niebieska |
| warstwa 2 | | | żółta | brązowa | żółta |
| warstwa 3 | | | biała | zielona | brązowa |
| warstwa 4 | | | żółta | brązowa | biała |
| warstwa 5 | | | biała | zielona | zielona |

**Budowa ośrodka różnych typów kabla w powłoce aluminiowej** Tablica 4.15

| Liczba czwórek | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| w kablu ogółem | w rdzeniu | w warstwie | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7 | 1 | 6 | — | — | — | — |
| 14 | 4 | 10 | — | — | — | — |
| 19 | 1 | 6 | 12 | — | — | — |
| 28 | 3 | 9 | 16 | — | — | — |
| 37 | 1 | 6 | 12 | 18 | — | — |
| 48 | 3 | 9 | 15 | 21 | — | — |
| 61 | 1 | 6 | 12 | 18 | 24 | — |
| 75 | 3 | 9 | 15 | 21 | 27 | — |
| 91 | 1 | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 |

Kierunek liczenia wiązek w rdzeniu i w poszczególnych warstwach powinien być zgodny z ruchem wskazówek zegara. W zewnętrznej warstwie ośrodka jest umieszczona żyła lokalizacyjna.

Ośrodek kabla jest owinięty taśmami papierowymi, które stanowią izolację elektryczną i zarazem barierę termiczną. Na ośrodek kabla jest nałożona powłoka aluminiowa falowana, ukształtowana z zespawanej wzdłużnie taśmy aluminiowej o grubości — zależnie od średnicy ośrodka — od 0,7 do 1,2 mm. Ponieważ aluminium jest podatne na korozję, powłoka jest pokryta polewą bitumiczną, na którą wytłoczona jest następnie osłona ochronna z polietylenu. W przypadku kabli opancerzonych na osłonie polietylenowej znajduje się poduszka z papieru lub sznurka polipropylenowego o grubości około 0,2 mm i dopiero na tej poduszce jest umieszczony pancerz wykonany z dwóch taśm stalowych lub drutów stalowych okrągłych. W tablicy 4.16 podano średnice ośrodków i średnice zewnętrzne stosowanych typów kabli.

**Podstawowe wymiary różnych typów kabla w powłoce aluminiowej** Tablica 4.16

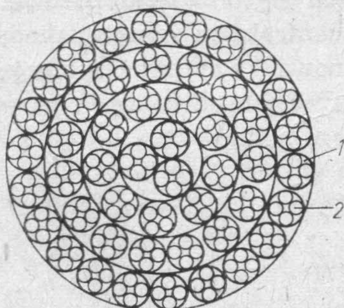
| Typ kabla | Liczba czwórek | Średnica ośrodka [mm] | | Średnica zewnętrzna [mm] | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Żyła 0,9 mm | Żyła 1,2 mm | Żyła 0,9 mm | Żyła 1,2 mm |
| AlTKDXpx | 7 | 12,9 | 14,9 | 24,5 | 27,5 |
| | 14 | 18,2 | 21,1 | 31,0 | 34,0 |
| | 19 | 20,4 | 23,7 | 33,5 | 36,5 |
| | 28 | 24,7 | 28,8 | 37,5 | 43,5 |
| | 37 | 27,9 | 32,5 | 43,5 | 46,5 |
| | 48 | 32,2 | 37,6 | 46,5 | 53,5 |
| | 61 | 35,4 | 41,3 | 51,5 | 56,5 |
| | 75 | 39,7 | 46,4 | 55,0 | 63,5 |
| | 91 | 42,9 | 50,1 | 60,0 | 66,5 |
| AlTKDXpxFtx | 7 | 12,9 | 14,9 | 34,6 | 37,6 |
| | 14 | 18,2 | 21,1 | 41,1 | 44,1 |
| | 19 | 20,4 | 23,7 | 43,6 | 47,6 |
| | 28 | 24,7 | 28,8 | 48,6 | 54,6 |
| | 37 | 27,9 | 32,5 | 54,6 | 57,6 |
| | 48 | 32,2 | 37,6 | 57,6 | 64,6 |
| | 61 | 34,5 | 41,3 | 62,6 | 67,6 |
| | 75 | 39,7 | 46,4 | 66,1 | 74,6 |
| | 91 | 42,9 | 50,1 | 71,1 | 77,6 |
| AlTKDXpxFox | 7 | 12,9 | 14,9 | 36,1 | 39,1 |
| | 14 | 18,2 | 21,1 | 43,6 | 46,6 |
| | 19 | 20,4 | 23,7 | 46,1 | 49,1 |
| | 28 | 24,7 | 28,8 | 50,1 | 58,1 |
| | 37 | 27,9 | 32,5 | 58,1 | 61,1 |
| | 48 | 32,2 | 37,6 | 61,1 | 68,1 |
| | 61 | 35,4 | 41,3 | 66,1 | 71,1 |
| | 75 | 39,7 | 46,4 | 69,6 | 78,1 |
| | 91 | 42,9 | 50,1 | 74,6 | 81,1 |

Maksymalna rezystancja jednostkowa toru macierzystego przy temperaturze otoczenia 20°C nie przekracza 57,8 Ω/km dla żył o średnicy 0,9 mm i 32,5 Ω/km dla żył o średnicy 1,2 mm. Rezystancja izolacji wynosi co najmniej 20 000 MΩ · km. Wartość znamionowa pojemności torów macierzystych przy częstotliwości 1000 Hz wynosi 38,5 nF/km, przy czym odchylenie od wartości znamionowej nie może przekraczać ±5%. Wartości średnie i maksymalne asymetrii pojemności podano w tablicy 4.17.

Na rysunku 4-14 pokazano profil kabla AlTKDXpFtx 48×4. W tablicy 4.18 podano wymagane wartości promienia gięcia kabli o powłoce aluminiowej.

**Dopuszczalne wartości asymetrii pojemności w kablach o powłoce aluminiowej dla odcinka o długości $l_0 = 425$ m** Tablica 4.17

| Rodzaj asymetrii | Wartość asymetrii [pF] | |
|---|---|---|
| | średnia | maksymalna |
| $k_1$ | 50 | 150 |
| $k_9 \div k_{12}$ | 50 | 150 |
| $e_1$ | 200 | 800 |




Rys. 4-14
Profil kabla AlTKDXpx 48×4
1 — wiązki czwórkowe,
2 — żyła

**Zalecane promienie gięcia kabli o powłoce aluminiowej** Tablica 4.18

| Liczba czwórek w kablu | Promień zginania kabla [m] | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | AlTKDXpx | | AlTKDXpxFtx | | AlTKDXpxFox | |
| | żyły 0,9 mm | żyły 1,2 mm | żyły 0,9 mm | żyły 1,2 mm | żyły 0,9 mm | żyły 1,2 mm |
| 7 | 0,35 | 0,40 | 0,35 | 0,40 | 0,40 | 0,45 |
| 14 | 0,40 | 0,45 | 0,40 | 0,45 | 0,45 | 0,50 |
| 19 | 0,45 | 0,50 | 0,45 | 0,50 | 0,50 | 0,55 |
| 28 | 0,50 | 0,55 | 0,50 | 0,55 | 0,55 | 0,60 |
| 37 | 0,55 | 0,60 | 0,55 | 0,60 | 0,60 | 0,65 |
| 48 | 0,60 | 0,65 | 0,60 | 0,65 | 0,65 | 0,70 |
| 61 | 0,65 | 0,70 | 0,65 | 0,70 | 0,70 | 0,75 |
| 75 | 0,70 | 0,75 | 0,70 | 0,75 | 0,75 | 0,80 |
| 91 | 0,75 | 0,80 | 0,75 | 0,80 | 0,80 | 0,80 |

Innym rodzajem kabli dalekosiężnych symetrycznych są kable z wiązkami parowymi.

Kable te oznaczamy następująco:

AlTKDNXpx — telekomunikacyjny (T) kabel (K) dalekosiężny (D) dla systemów cyfrowych (N), z żyłami o izolacji piankowej (Xp) i o powłoce aluminiowej (Al), z osłoną ochronną polietylenową (x);

AlTKDNXpFtx — telekomunikacyjny (T) kabel (K) dalekosiężny (D) dla systemów cyfrowych (N) z żyłami o izolacji polietylenowej piankowej (Xp) i o powłoce aluminiowej (Al), opancerzony taśmami stalowymi (Ft), z osłoną ochronną polietylenową (x);

AlTKDNXpxFox — telekomunikacyjny (T) kabel (K) dalekosiężny (D) dla systemów cyfrowych (N), z żyłami o izolacji polietylenowej piankowej (Xp) i o powłoce aluminiowej (Al), opancerzony drutami stalowymi okrągłymi (Fo), z osłoną ochronną polietylenową (x).

Żyły omawianych kabli są wykonane z miękkiego drutu miedzianego o średnicy 0,8 mm, izolowanego polietylenem piankowym. Izolacja żyły *a* pary lokalizacyjnej jest wykonana z polietylenu jednolitego barwy czerwonej, a izolacja żyły *b* — z polietylenu niespienionego, cyklicznie nacinana co 100 mm. Izolowane żyły skręca się w wiązki parowe. Wiązki parowe skręca się w pęczki 6-parowe z centralnym wypełnieniem (sznurek polipropylenowy lub rurka poliolefinowa). Ponieważ izolacja żył w parach jest jednakowej barwy, w celu więc ich odróżnienia pary są owijane barwną tasiemką według następującego kodu:

para nr 1 — czerwona,
para nr 2 — niebieska,
para nr 3 — żółta,
para nr 4 — brązowa,
para nr 5 — biała,
para nr 6 — zielona.

Pary pomocnicze i lokalizacyjne mogą nie mieć żadnego obrzutu. Skręcone pęczki są owinięte barwną tasiemką lub przędzą (zgodnie z zasadą podaną w tablicy 4.19) oraz taśmami poliestrowymi. Na owinięty pęczek nakłada się ekran z taśmy aluminiowej. Pod ekranem znajduje się żyła uziemiająca z ocynkowanego drutu miedzianego. Ekranowane pęczki wraz z parą lokalizacyjną i czterema parami pomocniczymi skręcone są w ośrodek. Układ pęczków w ośrodku został opisany w tablicy 4.19.

W ośrodku kabla między zewnętrznymi pęczkami jest umieszczona para lokalizacyjna i 4 pary pomocnicze. Para lokalizacyjna jest umieszczona między pęczkiem licznikowym i kierunkowym. W kablu o 24 parach jedna z par pomocniczych jest umieszczona centralnie w ośrodku.

**Rozmieszczenie i kolor obwoju pęczków w różnych typach kabla parowego w powłoce aluminiowej**

Tablica 4.19

| Liczba par w kablu | Liczba pęczków 6-parowych | Średnica ośrodka [mm] | Liczba pęczków | | Kolor obwoju pęczków | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | w rdzeniu | w warstwie zewnętrznej | w rdzeniu | w warstwie zewnętrznej |
| 24 | 4 | 23,0 | 4 | — | czerwony, niebieski, żółty, brązowy | — |
| 48 | 8 | 45,0 | 1 | 7 | czerwony | czerwony, niebieski, biały, zielony, biały, zielony, biały |
| 84 | 14 | 59,0 | 4 | 10 | czerwony, niebieski, żółty, brązowy | czerwony, niebieski, biały, zielony, biały, zielony, biały, zielony, biały, zielony |

Kierunek liczenia wiązek w pęczkach oraz pęczków w ośrodku na zewnętrznym końcu gotowego kabla powinien być zgodny z ruchem wskazówek zegara. Skręcony z pęczków ośrodek owija się taśmami papieru gładkiego i marszczonego o łącznej grubości nie mniejszej niż 0,6 mm. Na izolację z papieru nakłada się powłokę aluminiową falowaną oraz warstwę polewy bitumicznej. Warstwa polewy bitumicznej jest pokryta obwojem z taśmy poliestrowej, na który z kolei jest nałożona osłona z polietylenu o grubości 2 mm. W przypadku kabli pancerzonych na osłonę polietylenową jest nałożona poduszka z papieru lub sznurka polipropylenowego o grubości 0,2 mm i dopiero na tę poduszkę — pancerz z taśmy lub drutów stalowych okrągłych oraz powłoka z polietylenu.

Średnica zewnętrzna ośrodków i gołych kabli oraz promienie gięcia są podane w tablicy 4.20.

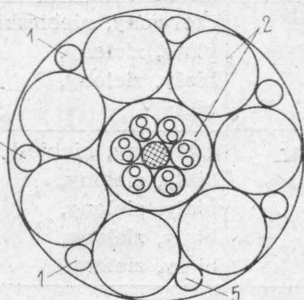
**Podstawowe parametry różnych typów kabla parowego w powłoce aluminiowej**

Tablica 4.20

| Typ kabla | Liczba par | Średnica zewnętrzna [mm] | Wymagany promień gięcia [m] |
|---|---|---|---|
| AlTKDNXpx | 24 | 47,0 | 0,50 |
| | 48 | 60,5 | 0,70 |
| | 84 | 76,5 | 0,90 |
| AlTKDNXpxFtx | 24 | 58,0 | 0,50 |
| | 48 | 71,0 | 0,70 |
| | 84 | 87,0 | 0,90 |
| AlTKDNXpxFox | 24 | 62,0 | 0,80 |
| | 48 | 75,0 | 0,70 |
| | 84 | 91,0 | 0,90 |

Kable w powłoce aluminiowej nieopancerzone są przeznaczone do układania w kanalizacji lub bezpośrednio w ziemi na terenach o niewielkim zagrożeniu uszkodzeniami mechanicznymi, natomiast kable pancerzone są przeznaczone do układania bezpośrednio w ziemi na terenach o dużym zagrożeniu uszkodzeniami mechanicznymi. Wszystkie te kable można układać przy temperaturze nie niższej niż —10°C.

Na rysunku 4-15 została pokazana budowa kabla AlTKDNXpFtx 48×2×0,8.




Rys. 4-15
Profil kabla AlTKDNXpx 48×2
1 — pary pomocnicze,
2 — pęczek sześcioparowy,
3 — wiązka parowa,
4 — wypełnienie centralne,
5 — para lokalizacyjna

Oporność pętli w 1 km kabla przy temperaturze 20°C nie przekracza 37 Ω. Asymetria oporności żył pary nie może być większa niż 1% dla 95% par i niż 2% dla 100% par. Oporność izolacji żyły powinna wynosić 10 000 MΩ · km. Pojemność skuteczna przy częstotliwości 800 Hz powinna wynosić 28,5 nF/km. Asymetria pojemności torów względem ziemi *(e)* przy częstotliwości 800÷1000 Hz nie powinna przekraczać $l \cdot 2$ pF ($l$ — długość toru). Moduł impedancji falowej torów przy częstotliwości 120 kHz powinien wynosić 165 ± 10 Ω. Tłumienność falowa mierzona przy częstotliwości 4 MHz i temperaturze 20°C powinna wynosić 14,4 ± 0,45 dB/km.

### 4.4.2. Montaż kabli w powłoce aluminiowej

Kable w powłoce aluminiowej zostały wprowadzone do krajowej sieci dalekosiężnej w połowie lat siedemdziesiątych. Kable te są lżejsze oraz bardziej wytrzymałe pod względem mechanicznym od kabli w powłoce ołowianej.

#### Przygotowanie końców kabla

Końce kabla umocowane w dole monterskim powinny zachodzić na siebie nieco bardziej, niż to wynika z długości przeznaczonego do zdjęcia odcinka odzieży (patrz tablica 4.21). Polietylenową osłonę zewnętrzną po uprzednim nacięciu poprzecznym i wzdłużnym — rozchylić i zdjąć z pancerza. W odległości około 20 mm od końca osłony nawinąć i przylutować

**Parametry konstrukcyjne złączy na kablach w powłoce aluminiowej**

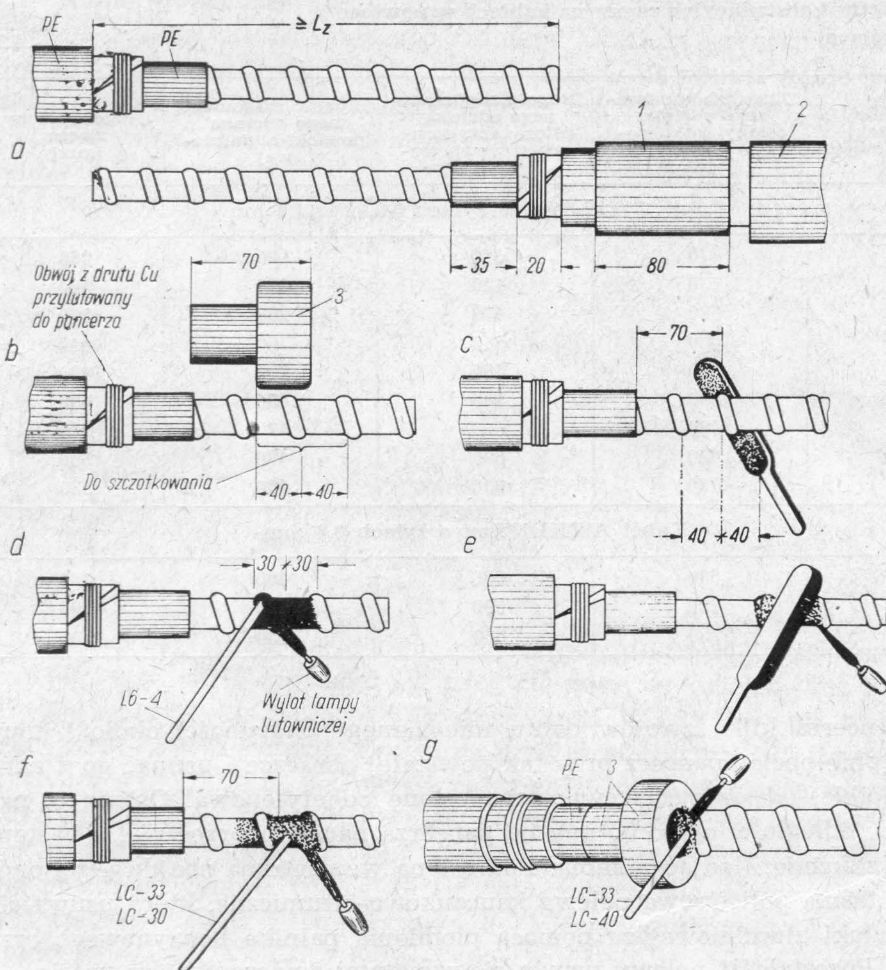
Tablica 4.21

| Liczba wiązek czwórkowych | Długość zdejmowanego odcinka osłony antykorozyjnej zewnętrznej | Długość zdejmowanego odcinka osłony antykorozyjnej wewnętrznej | Długość zdejmowanego odcinka powłoki aluminiowej | Długość osłony złącza [mm] |
|---|---|---|---|---|
| Kable AlTKDXpx o żyłach 0,9 oraz 1,2 mm | | | | |
| 7 | 470 | 360 | 190 | 260 |
| 14 | 530 | 420 | 240 | 320 |
| 19 | 580 | 470 | 290 | 370 |
| 28 | 650 | 540 | 360 | 440 |
| 37 | 690 | 580 | 400 | 480 |
| 48 | 690 | 580 | 400 | 480 |
| 61 | 720 | 600 | 420 | 500 |
| 75 | 720 | 600 | 420 | 500 |
| 91 | 750 | 630 | 450 | 530 |
| Kabel AlTKDNXpx o żyłach 0,8 mm | | | | |
| 24 | 690 | 580 | 400 | 480 |
| 48 | 720 | 600 | 420 | 500 |
| 84 | 750 | 630 | 450 | 530 |

do pancerza kilka zwojów drutu miedzianego o grubości około 1 mm. Następnie obciąć pancerz przy tak powstałej obrączce i usunąć go z końców kabla, odsłaniając wewnętrzną osłonę polietylenową. Osłonę tę należy w odległości około 35 mm od pancerza naciąć poprzecznie, a następnie wzdłużnie, i zdjąć z kabla. Pod osłoną wewnętrzną znajduje się owinięta taśmą poliestrową polewa kauczukowo-bitumiczna, którą usuwa się z powłoki aluminiowej za pomocą płomienia palnika benzynowego oraz noża. Pozostałości polewy usuwa się szmatami zmoczonymi w nafcie.

Oczyszczoną powłokę aluminiową należy następnie odtłuścić denaturatem i zaznaczyć miejsce szczotkowania i bielenia przykładając do kabla wspornik, jak to pokazano na rys. 4-16. Miejsca oznaczone należy starannie oczyścić szczotką drucianą, a następnie pokryć cienką warstwą spoiwa LG 4. Nałożoną warstwę rozprowadza się drucianą szczotką po powłoce, podgrzewając ją jednocześnie cały czas palnikiem. Następnie nakłada się drugą warstwę spoiwa LG 4 i zanim ono wystygnie — nakłada się z kolei warstwę spoiwa LC 33 lub LC 30, uklepując ją potem suchą szmatką. Należy zwrócić uwagę, żeby podczas nakładania spoiwa LC 33 lub LC 30 jak najmniej podgrzewać podkład z LG 4 (mógłby on bowiem spłynąć z powłoki kabla). Warstwę spoiwa LC 33 lub LC 30 należy wygładzić do takiej grubości, aby było możliwe nasunięcie wspornika na powłokę.

Po przygotowaniu końców na kabel należy nasunąć elementy montażowe, a więc: ołowianą osłonę złączową, rury termokurczliwe do ochro-



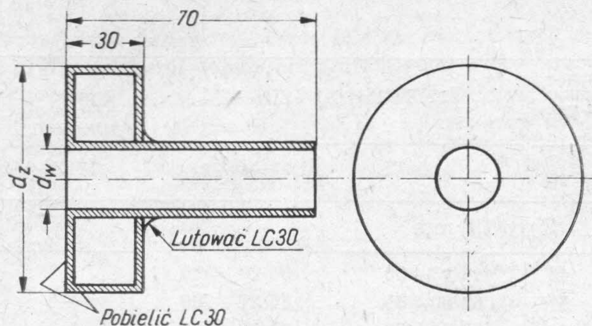

Rys. 4-16. Przygotowywanie końców kabla w powłoce aluminiowej do montażu
a — zdejmowanie osłony, b — powierzchnia przygotowana do szczotkowania, c — szczotkowanie wstępne, d — bielenie, e — szczotkowanie spoiwa LG 4 i powłoki, f — nakładanie spoiwa LC 30, g — lutowanie wspornika zamkniętego; 1 — rura termokurczliwa, 2 — osłona złącza, 3 — wspornik

ny gardeł oraz na ogół także rurę termokurczliwą chroniącą złącze przed korozją. Następnie nakłada się wsporniki, które należy przylutować do powłoki kabla od strony wewnętrznej złącza.

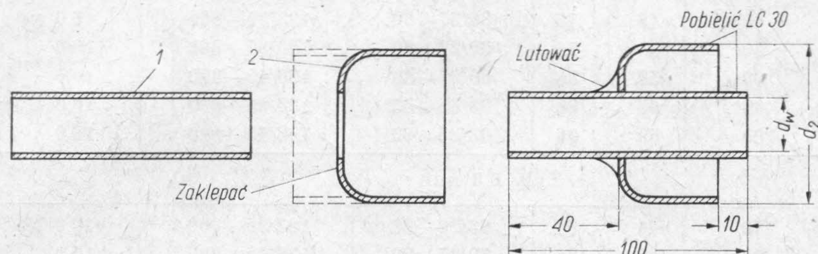
Kolejność czynności wykonywanych w trakcie przygotowywania kabla do montażu pokazano na rys. 4-16.

Wsporniki mają do spełnienia podwójne zadanie. Z jednej strony stanowią więc konstrukcję wsporczą osłony złącza, z drugiej zaś zapewniają obniżenie temperatury powłoki kabla w trakcie lutowania; wykonany bowiem z ołowiu wspornik ma dużą powierzchnię i działa jak radiator, rozpraszając ciepło.

Przy montażu kabli w powłokach aluminiowych stosowane są dwa




Rys. 4-17
Budowa wspornika zamkniętego




Rys. 4-18. Budowa wspornika otwartego
1 — tulejka pomocnicza, 2 — kielich

rodzaje wsporników, a mianowicie wspornik zamknięty i wspornik otwarty. Budowę wspornika zamkniętego — wykonanego w postaci odpowiednio wytłoczonej rury ołowianej — pokazano na rys. 4-17. Na rysunku 4-18 przedstawiono budowę wspornika otwartego.

Wymiary wsporników oraz innych elementów złącza podano w tablicy 4.22.

**Parametry konstrukcyjne elementów złącza kabla w powłoce aluminiowej**

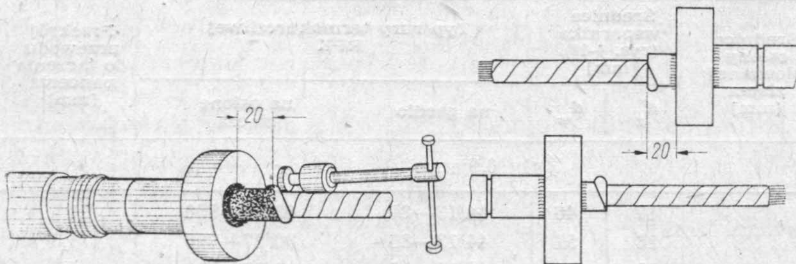
Tablica 4.22

| Liczba wiązek czwórkowych | Średnica osłony ołowianej złącza [mm] | Średnica wspornika (rys. 4-18) [mm] | | Typ rury termokurczliwej RPK | | Przekrój przewodu do łączenia pancerza [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $d_z$ | $d_w$ | na gardło | na osłonę złącza | |
| Żyły 0,9 mm | | | | | | |
| 7 | 50 | 17 | 46 | 44/13—80 | 63/20—550 | 1,5 |
| 14 | 55 | 28 | 51 | 44/13—80 | 80/27—700 | 1,5 |
| 19 | 55 | 28 | 51 | 44/13—80 | 80/27—700 | 1,5 |
| 28 | 70 | 34 | 66 | 63/20—80 | 80/27—860 | 2,5 |
| 37 | 70 | 36 | 66 | 63/20—80 | 80/27—860 | 2,5 |
| 48 | 80 | 42 | 76 | 80/27—80 | 103/35—860 | 2,5 |
| 61 | 80 | 46 | 76 | 80/27—80 | 103/35—890 | 4,0 |
| 75 | 80 | 48 | 76 | 80/27—80 | 103/35—890 | 4,0 |
| 91 | 90 | 55 | 86 | 80/27—80 | 136/45—940 | 4,0 |

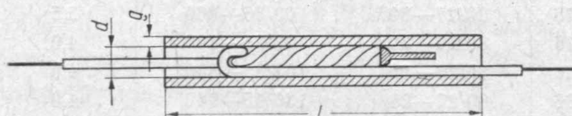
| Liczba wiązek czwórkowych | Średnica osłony ołowianej złącza [mm] | Średnica wspornika (rys. 4-18) [mm] | | Typ rury termokurczliwej RPK | | Przekrój przewodu do łączenia pancerza [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $d_z$ | $d_w$ | na gardło | na osłonę złącza | |
| | | | | Żyły 1,2 mm | | |
| 7 | 50 | 21 | 46 | 44/13—80 | 63/20—550 | 2,5 |
| 14 | 55 | 34 | 51 | 63/20—80 | 80/27—700 | 4,0 |
| 19 | 70 | 36 | 66 | 63/20—80 | 80/27—700 | 6,0 |
| 28 | 70 | 44 | 66 | 63/20—80 | 103/35—860 | 6,0 |
| 37 | 80 | 48 | 76 | 80/27—80 | 103/35—860 | 6,0 |
| 48 | 80 | 53 | 76 | 80/27—80 | 103/35—860 | 10,0 |
| 61 | 90 | 59 | 86 | 80/27—80 | 136/45—890 | 10,0 |
| 75 | 90 | 63 | 86 | 103/35—80 | 136/45—890 | 10,0 |
| 91 | 100 | 69 | 96 | 103/35—80 | 136/45—940 | 10,0 |
| | | | | Żyły 0,8 mm | | |
| 24 | 70 | 44 | 66 | 63/20—80 | 103/35—860 | 10,0 |
| 48 | 90 | 59 | 86 | 80/27—80 | 136/45—890 | 10,0 |
| 84 | 110 | 72 | 106 | 103/35—80 | 136/45—940 | 16,0 |

**Łączenie ośrodków kabla**

Dopiero po przylutowaniu wsporników można zdjąć powłokę aluminiową kabla za pomocą specjalnego przyrządu (rys. 4-19) i przystąpić do łączenia jego ośrodka. Żyły kabla łączy się na skrętki lutowane, podobnie jak w kablach TKD, izolując je wyłącznie tulejkami polietylenowymi. Tulejkę izolacyjną założoną na połączoną żyłę kabla pokazano na rys. 4-20, a w tablicy 4.23 podano wymiary tulejek stosowanych przy montażu kabli z izolacją żył z polietylenu piankowego. Na rysunku 4-21 pokazano przykład prawidłowo rozłożonych tulejek kabla.



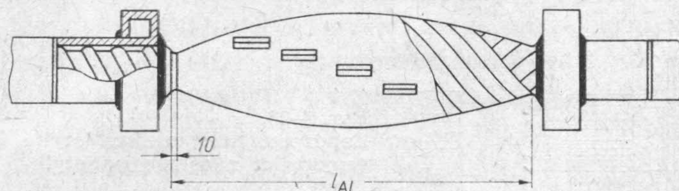

Rys. 4-19. Zdejmowanie powłoki aluminiowej




Rys. 4-20
Wygląd prawidłowo połączonych żył z nałożoną tulejką izolacyjną

**Parametry polietylenowych tulejek izolacyjnych nakładanych na skrętki żył kabli w powłoce aluminiowej** Tablica 4.23

| Średnica żyły [mm] | | Wymiary tulejki [mm] | | | Oznaczenie tulejki |
|---|---|---|---|---|---|
| gołej | izolowanej | średnica | grubość ścianki | długość | |
| 0,9 | 1,5 | 5,0 | 0,5 | 50 | TP 5 |
| 0,8<br>1,2 | 2,2<br>2,0 | 6,0 | 0,5 | 50 | TP 6 |




Rys. 4-21. Przykład prawidłowego rozłożenia tulejek w złączu

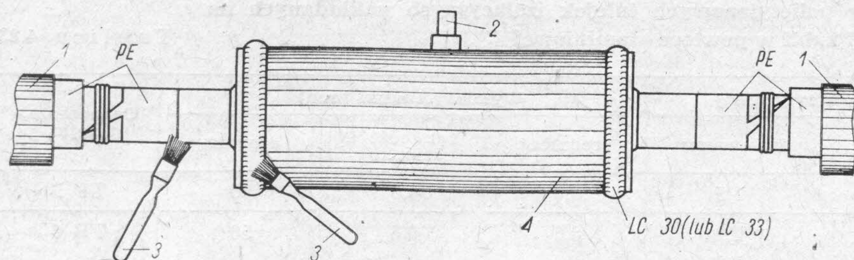
W przypadku kabli o pęczkach ekranowych należy po połączeniu żył pęczka zlutować żyłę uziemiającą i nawinąć zapasy ekranu na pęczek tak, aby zakład wynosił co najmniej 5 cm. Następnie poszczególne ekrany należy owinąć taśmą izolacyjną, zabezpieczając jej końce przed odwijaniem się. Ośrodek złącza należy owinąć „na zakładkę" trzema warstwami taśmy polietylenowej, a następnie taśmą z papieru kablowego lub jedną warstwą preszpanu, zabezpieczając tak powstały obwój przed rozwijaniem się. Po takim przygotowaniu można przystąpić do zamykania złącza.

## Zamykanie złącza

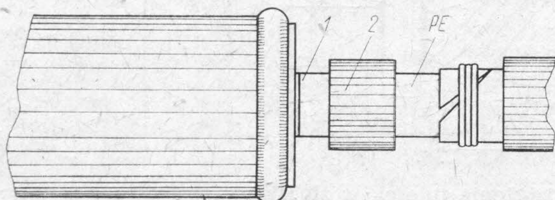
Na kołnierze wsporników należy założyć osłonę złącza, w której powinien być wywiercony otwór wentylacyjny zapewniający odprowadzanie gorącego powietrza. Osłonę należy przylutować spoiwem LC 30. W osłonie powinien znajdować się woreczek z żelem krzemionkowym.

Na tym etapie można sprawdzić szczelność zamkniętego złącza poprzez wkręcenie wentyla w otwór wentylacyjny i napompowanie do wnętrza złącza powietrza. Za pomocą płynu pieniącego sprawdza się wówczas miejsca styku osłony złączowej ze wspornikami oraz tulei wsporników z osłoną polietylenową kabla w sposób pokazany na rys. 4-22. Jeżeli złącze okaże się szczelne, należy usunąć wentyl, zalutować otwór wentylacyjny i osuszyć powierzchnię złącza.

Następnie należy odtłuścić za pomocą denaturatu tuleję wspornika i osłonę polietylenową kabla, a miejsce ich styku owinąć co najmniej dwoma obwojami gumy butylowej lub polkitu (rys. 4-23). Na tuleję na-

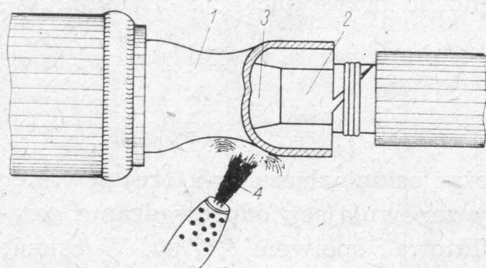



Rys. 4-22. Sprawdzanie szczelności złącza
1 — rura termokurczliwa, 2 — wentyl, 3 — pędzel zmoczony płynem pieniącym

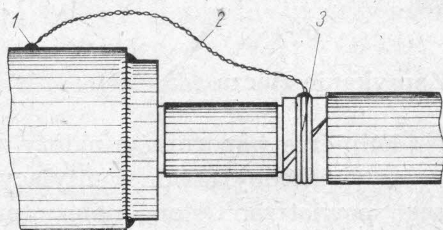



Rys. 4-23
Zabezpieczenie miejsca styku wspornika z osłoną polietylenową
1 — tuleja wspornika,
2 — obwoje z gumy butylowej

sunąć rurę termokurczliwą i podgrzać ją palnikiem benzynowym aż do obkurczenia. Jeżeli rura nie jest pokryta wewnątrz klejem, celowe jest nałożenie kleju w odpowiednich miejscach tulei oraz osłony kabla. Rury termokurczliwej nie należy podgrzewać punktowo, lecz przez „omiatanie" jej płomieniem. Podgrzewanie należy rozpocząć od środka rury, jak to pokazano na rys. 4-24. Następnie należy połączyć pancerz kabla z osło-




Rys. 4-24. Zasada obkurczania osłony termokurczliwej
1 — rura termokurczliwa,
2 — osłona polietylenowa,
3 — guma butylowa,
4 — płomień palnika




Rys. 4-25. Połączenie pancerza z osłoną złącza
1 — miejsce lutowania,
2 — linka miedziana,
3 — obwój z drutu miedzianego

ną złącza linką miedzianą w sposób pokazany na rys. 4-25. Przekrój linki miedzianej należy dobrać na podstawie danych zawartych w tablicy 4.31.

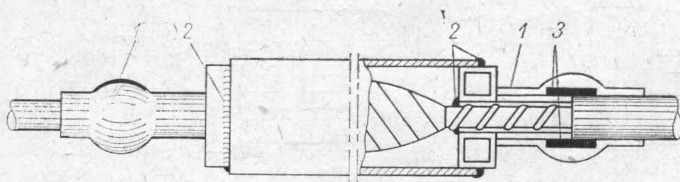
Jeśli nie mamy do dyspozycji specjalnej linki miedzianej, można zamiast niej zastosować kilka skręconych ze sobą, pozbawionych izolacji żył kablowych. Aby uzyskać określony przekrój tak wykonanej linki, trzeba połączyć odpowiednią liczbę żył kablowych (patrz tablica 4.24).

**Zasada doboru żył kablowych przy wykonywaniu linek zastępczych** Tablica 4.24

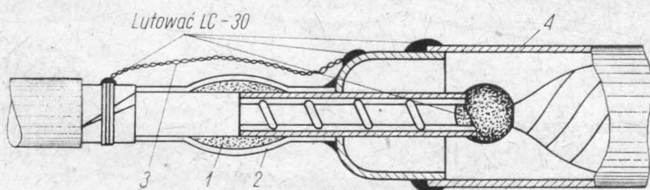
| Wymagany przekrój linki [mm²] | Liczba żył kablowych | | |
|---|---|---|---|
| | o średnicy 1,2 mm | o średnicy 0,9 mm | o średnicy 0,8 mm |
| 1,5 | 2 | 3 | 3 |
| 2,5 | 2 | 4 | 5 |
| 4,0 | 4 | 6 | 8 |
| 6,0 | 5 | 9 | 12 |
| 10,0 | 9 | 16 | 20 |
| 16,0 | 14 | 25 | 32 |

Przykład złącza przelotowego ze wspornikami zamkniętymi pokazano na rys. 4-26, a ze wspornikami otwartymi — na rys. 4-27.

W przypadku wykonywania złącza odgałęźnego wsporniki konstruuje się nieco inaczej niż dla złącza przelotowego. Wspornik pomocniczy zamknięty wykonuje się mianowicie z płytki prostokątnej ołowianej, na której obrzeżach należy wyciąć półkoliste otwory o średnicach równych średnicom zewnętrznym tulejek pomocniczych wspornika. Następnie wystające krawędzie płytki należy zagiąć i sklepać tak, aby utworzył się kołnierz o kształcie eliptycznym. Po uformowaniu kołnierza na-




Rys. 4-26. Wygląd złącza przelotowego ze wspornikiem zamkniętym
1 — rura termokurczliwa, 2 — miejsce lutowania, 3 — guma butylowa



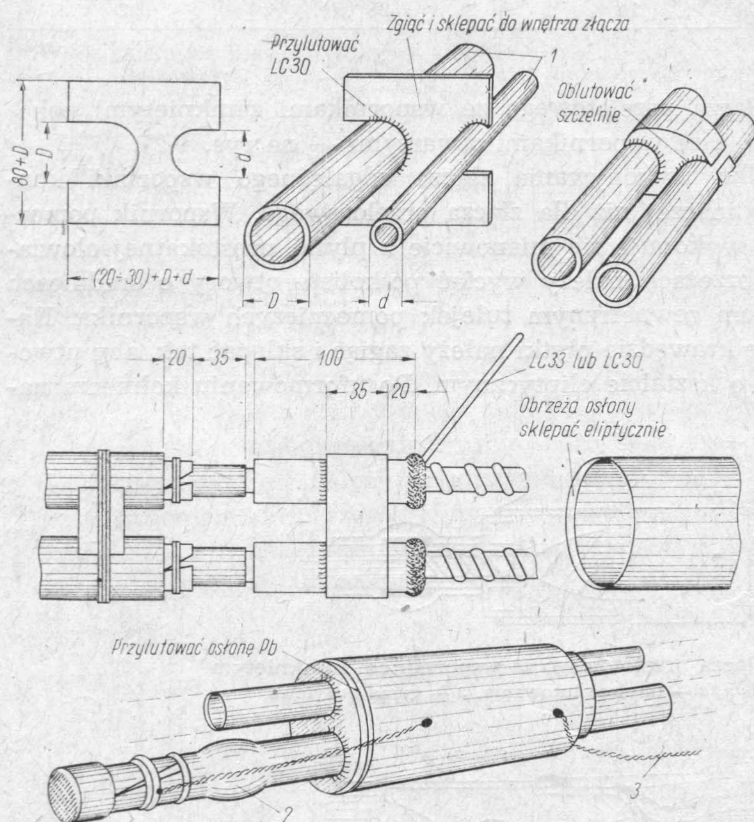

Rys. 4-27. Przekrój złącza przelotowego ze wspornikiem otwartym
1 — uszczelnienie z gumy butylowej lub polkitu, 2 — osłona z rury termokurczliwej, 3 — linka łącząca pancerz z powłoką, 4 — ołowiana osłona złącza

leży przylutować jego krawędzie boczne do tulejek wspornika oraz uzupełnić spoiwo w narożach.

Kołnierz wspornika otwartego wykonuje się z rury ołowianej, którą należy lekko sklepać i nasunąć na tulejki pomocnicze. Następnie obrzeże kołnierza dokładnie sklepać na tulejkach i przylutować do nich. Sposób

wykonywania wspornika pomocniczego zamkniętego i lutowania osłony złącza odgałęźnego pokazano na rys. 4-28. Prawidłowo wykonane złącze odgałęźne ze wspornikiem otwartym oraz sposób wykonania tego wspornika pokazano na rys. 4-29.

W przypadku złącza rozdzielczego w skład elementów montażowych wchodzi dodatkowo nasada palcowa. Wspornik pomocniczy otwarty łą-

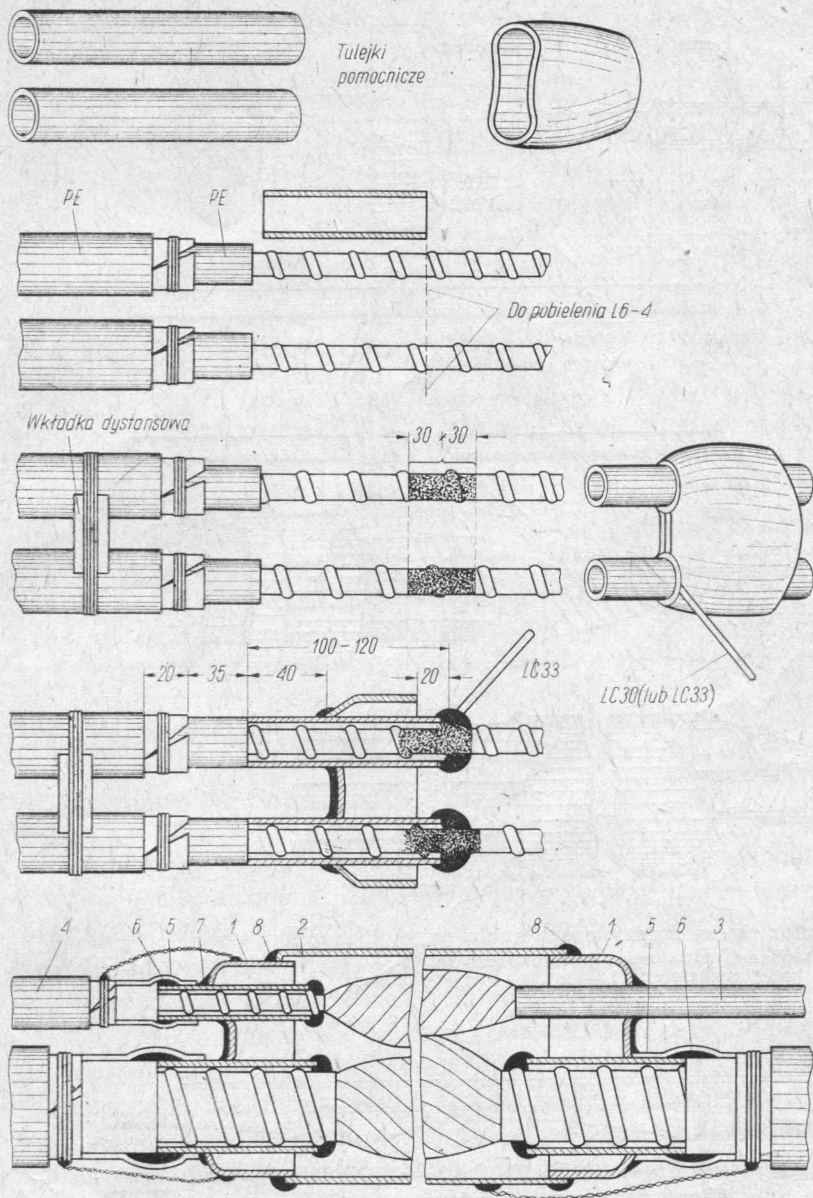



Rys. 4-28. Przykład wykonania wspornika zamkniętego oraz złącza odgałęźnego z tym wspornikiem

1 — tuleja pomocnicza, 2 — rura termokurczliwa, 3 — linka miedziana

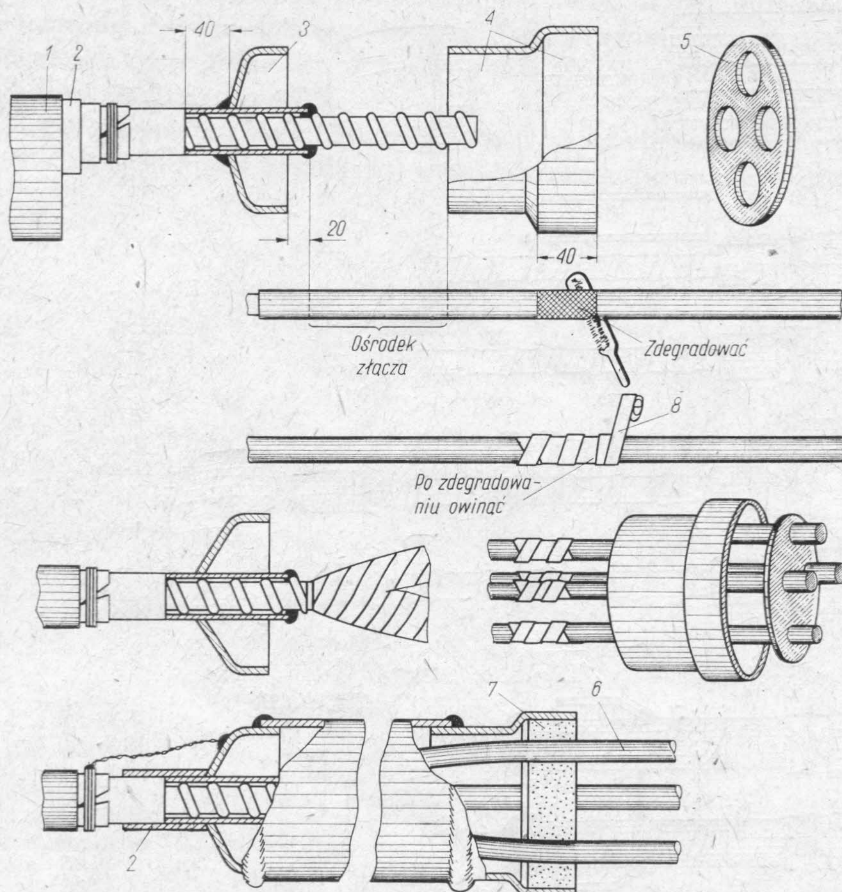
czy się z przychodzącym kablem w powłoce aluminiowej tak samo, jak w przypadku złącza przelotowego. Natomiast do uszczelniania wychodzących kabli rozdzielczych w nasadzie palcowej stosuje się kit epoksydowy. Kolejność czynności wykonywanych przy montażu złącza rozdzielczego pokazano na rys. 4-30.

Na rysunku 4-31 przedstawiono prawidłowo wykonane złącze przelotowe na kablu ziemnym, a w tablicy 4.25 — rodzaje stosowanych muf.



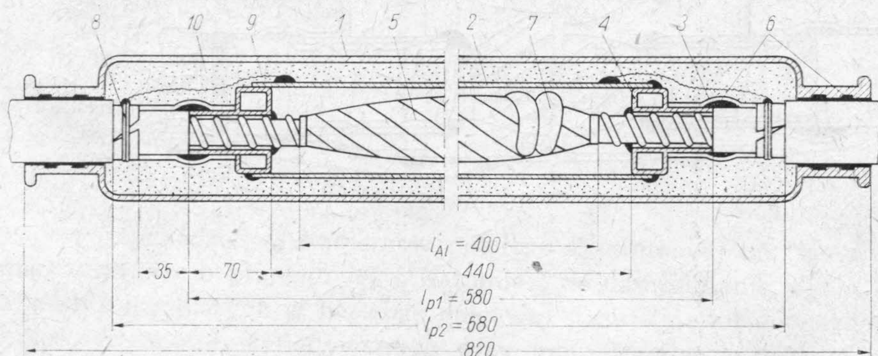

Rys. 4-29. Przykład wykonania wspornika otwartego oraz złącza odgałęźnego z tym wspornikiem

1 — wspornik, 2 — osłona ołowiana, 3 — kabel odgałęźny ołowiany, 4 — kabel odgałęźny aluminiowy, 5 — osłona termokurczliwa, 6 — uszczelnienie z gumy butylowej lub polkitu, 7 — miejsce przylutowywania wspornika do ołowianej tulei pomocniczej, 8 — miejsce przylutowywania osłony do wsporników




Rys. 4-30. Montaż złącza rozdzielczego kabla w powłoce aluminiowej

1 — osłona ołowiana, 2 — rura termokurczliwa, 3 — wspornik otwarty, 4 — nasada, 5 — denko, 6 — kabel rozdzielczy, 7 — kit, 8 — czysty papier




Rys. 4-31. Przekrój złącza przelotowego kabla AlTKDNX 24×2×0,8

1 — mufa żeliwna, 2 — osłona ołowiana, 3 — rura termokurczliwa, 4 — wspornik zamknięty, 5 — ośrodek złącza, 6 — uszczelnienie z gumy butylowej lub polkitu, 7 — żel krzemionkowy, 8 — obwoje z drutu miedzianego, 9 — linka miedziana, 10 — niskotopliwa masa antykorozyjna (asfalt z woskiem polietylenowym)

**Typy muf żeliwnych nakładanych na złącza kabli w powłokach aluminiowych**

Tablica 4.25

| Liczba wiązek | Kabel AlTKDXpx Ftx | | | | Kabel AlTKDXpx Fox | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | żyły 0,9 mm | | żyły 1,2 mm | | żyły 0,9 mm | | żyły 1,2 mm | |
| | Średnica zewnętrzna kabla mm | Typ mufy | Średnica zewnętrzna kabla mm | Typ mufy | Średnica zewnętrzna kabla mm | Typ mufy | Średnica zewnętrzna kabla mm | Typ mufy |
| 7×4 | 27,6 | MP-40 | 33,6 | MP-40 | 29,2 | MP-40 | 35,1 | MP-40 |
| 14×4 | 39,6 | MP-50 | 45,6 | MP-50 | 41,1 | MP-50 | 47,1 | MP-50 |
| 19×4 | 41,6 | MP-50 | 50,1 | MP-60 | 42,6 | MP-50 | 51,6 | MP-60 |
| 28×4 | 47,1 | MP-60 | 56,1 | MP-60 | 48,6 | MP-60 | 57,6 | MP-60 |
| 37×4 | 49,1 | MP-60 | 61,1 | MP-70 | 50,6 | MP-60 | 64,6 | MP-70 |
| 48×4 | 54,6 | MP-60 | 66,1 | MP-70 | 56,1 | MP-60 | 69,6 | MP-80 |
| 61×4 | 58,6 | MP-70 | 71,6 | MP-80 | 62,1 | MP-70 | 75,1 | MP-80 |
| 75×4 | 61,6 | MP-70 | 76,6 | MP-80 | 65,1 | MP-70 | 82,1 | B211-90 |
| 91×4 | 65,6 | MP-70 | 80,6 | MP-80 | 69,1 | MP-80 | 86,1 | B211-90 |
| Kabel AlTKDNXpx Ftx; żyły 0,8 mm | | | | | Kabel AlTKDNXpx Fox; żyły 0,8 mm | | | |
| 24×2 | | | 57,6 | MP-60 | | | 61,1 | MP-70 |
| 48×2 | | | 71,1 | MP-80 | | | 74,6 | MP-80 |
| 84×2 | | | 85,1 | B211-90 | | | 90,6 | B211-95 |

## 4.5. Kable dalekosiężne współosiowe

### 4.5.1. Budowa i parametry elektryczne kabli

Przez pojęcie kabla współosiowego należy rozumieć kabel zawierający tzw. *tory współosiowe*. Tor współosiowy tworzy para elektrycznie odizolowanych od siebie przewodów o wspólnej osi. Tor ten składa się więc z przewodu zewnętrznego w postaci wydrążonego walca oraz z przewodu wewnętrznego o kształcie walca na ogół pełnego.

Kable współosiowe można podzielić na kable wielkowymiarowe, normalnowymiarowe, małowymiarowe i mikrowymiarowe. Różnią się one między sobą średnicami żyły zewnętrznej i wewnętrznej. W krajowej sieci kabli dalekosiężnych wykorzystywane są obecnie tylko dwa rodzaje kabli, a mianowicie kable współosiowe normalnowymiarowe (typu 2,6/9,5 mm) oraz kable współosiowe małowymiarowe (typu 1,2/4,4 mm). Obydwa

**Barwa izolacji żył w wiązkach torów symetrycznych kabla AlTKDWx**

Tablica 4.26

| Numer wiązki | Barwa izolacji żył | | | |
|---|---|---|---|---|
| | a | b | c | d |
| 1 | czerwona | naturalna | zielona | szara |
| 2 | niebieska | naturalna | zielona | szara |
| 3 | żółta | naturalna | zielona | szara |

typy kabli zawierają obok torów współosiowych także wiązki torów symetrycznych (pomocnicze).

W tablicy 4.28 zostały zestawione typowe zastosowania kabli współosiowych normalno- oraz małowymiarowych.

**Kable współosiowe małowymiarowe**

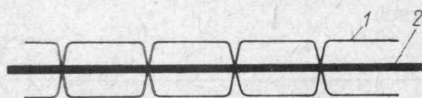
Telekomunikacyjne kable dalekosiężne z parami współosiowymi małowymiarowymi (typu 1,2/4,4) są przeznaczone do pracy w zakresie częstotliwości od 60 kHz do 12,5 MHz. Kable te oznaczamy następująco:

AlTKDWx — telekomunikacyjny (T) kabel (K) dalekosiężny (D) z parami współosiowymi (W), o powłoce aluminiowej (Al) i z osłoną polietylenową (x);

AlTKDWxFtx — telekomunikacyjny (T) kabel (K) dalekosiężny (D) z parami współosiowymi (W), o powłoce aluminiowej (Al) i z osłoną polietylenową (x), opancerzony taśmami stalowymi (Ft), z osłoną zewnętrzną polietylenową (x);

AlTDKWxFox — telekomunikacyjny (T) kabel (K) dalekosiężny (D) z parami współosiowymi (W), o powłoce aluminiowej (Al) i z osłoną polietylenową (x), opancerzony drutami stalowymi (Fo), z osłoną zewnętrzną polietylenową (x).

Żyłę wewnętrzną pary współosiowej stanowi miękki drut o średnicy 1,18 mm. Jest ona izolowana rurką polietylenową o grubości ścianki 0,4 mm i o średnicy zewnętrznej 4,4 mm, cyklicznie zaciskaną na żyle wewnętrznej co 20 mm, zwaną *izolacją balonową*. Zaciśnięcia te zapewniają centryczność izolacji. Żyłę zewnętrzną pary współosiowej stanowi rurka wykonana z taśmy miedzianej o grubości 0,15 mm. Brzegi taśmy mają wytłoczenia przeciwdziałające zachodzeniu jej na siebie. Na żyłę zewnętrzną nałożony jest ekran elektromagnetyczny w postaci spiralnego obwoju z dwóch taśm stalowych, nawiniętych w przeciwnych kierunkach. Na ekranie każdej pary współosiowej znajduje się izolacja w postaci obwoju z taśmy syntetycznej. Żyłę wewnętrzną o izolacji balonowej przedstawiono na rys. 4-32.




Rys. 4-32
Żyła wewnętrzna pary współosiowej małowymiarowej z izolacją balonową

Oprócz par współosiowych w gotowym kablu na ogół znajdują się wiązki torów symetrycznych (pomocnicze) oraz żyła lokalizacyjna. Wiązki symetryczne — są to wiązki czwórkowe gwiazdowe, skręcone z żył mie-

dzianych o średnicy 0,6 mm, izolowanych jednolitym polietylenem. Barwy izolacji żył zestawiono w tablicy 4.26.

Żyła lokalizacyjna jest wykonana z drutu miedzianego miękkiego o średnicy 0,9 mm, izolowanego nacinanym cyklicznie (co 100 mm) papierem lub polietylenem o grubości 0,7 mm.

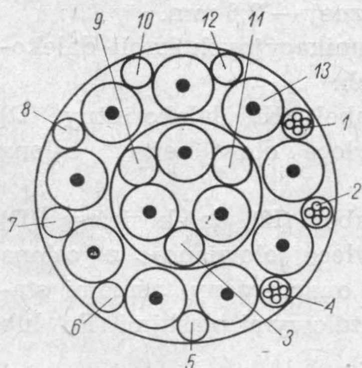
**Podstawowe parametry różnych typów kabla współosiowego małowymiarowego** Tablica 4.27

| Typ kabla | Liczba par współosiowych | Średnica ośrodka [mm] | Średnica zewnętrzna [mm] |
|---|---|---|---|
| ALTKDWx | 4 | 16,0 | 24,0 |
| | 6 | 19,5 | 32,0 |
| | 8 | 23,0 | 36,0 |
| | 12 | 26,0 | 41,0 |
| ALTKDWxFtx | 4 | 16,0 | 34,0 |
| | 6 | 19,5 | 42,0 |
| | 8 | 23,0 | 47,0 |
| | 12 | 26,0 | 52,0 |
| ALTKDWxFox | 4 | 16,0 | 36,0 |
| | 6 | 19,5 | 44,0 |
| | 8 | 23,0 | 50,0 |
| | 12 | 26,0 | 55,0 |

Pary współosiowe, wiązki pomocnicze i żyła lokalizacyjna są warstwowo skręcone w ośrodek. Ośrodek kabla może zawierać 4, 6, 8 lub 12 par współosiowych. Ośrodki zawierające 4, 6 lub 8 par współosiowych mają budowę jednowarstwową.

Budowę kabla AlTKDWxFtx 12×1,2/4,4 pokazano na rys. 4-33. Na skręcony ośrodek kabla jest nałożona izolacja papierowa, powłoka aluminiowa falowana, polewa bitumiczna oraz osłona polietylenowa.

W przypadku kabli opancerzonych na osłonę polietylenową jest nałożona najpierw papierowa poduszka o grubości około 0,2 mm, a dopie-




Rys. 4-33
Profil kabla AlTKDWx 12×1,2/4,4

1 — wiązka nr 1,
2 — wiązka nr 2,
3 — wypełnienie niebieskie,
4 — wiązka nr 3,
5 — wypełnienie brązowe,
6 — wypełnienie białe,
7 — wypełnienie zielone,
8 — wypełnienie szare,
9 — wypełnienie żółte,
10 — wypełnienie czarne,
11 — wypełnienie czerwone,
12 — żyła lokalizacyjna,
13 — para współosiowa

ro na nią pancerz z taśmy lub drutów okrągłych stalowych oraz osłona zewnętrzna polietylenowa. Dopuszczalny promień gięcia tych kabli wynosi 0,7 m.

Średnicę ośrodka oraz średnicę zewnętrzną różnych kabli współosiowych podano w tablicy 4.27.

**Długość odcinka wzmacniakowego kabli współosiowych zależnie od krotności systemu**

Tablica 4.28

| Liczba kanałów telefonicznych | Pasmo częstotliwości | Długość odcinka wzmacniakowego [km] | |
|---|---|---|---|
| | | kabel normalnowymiarowy | kabel małowymiarowy |
| 300 | 60 kHz do 1,4 MHz | 16 | 8 |
| 960 | 60 kHz do 4,5 MHz | 8 | 4 |
| 1920 | 300 kHz do 8,5 MHz | 6 | — |
| 2700 | 300 kHz do 12,5 MHz | 4 | 2 |
| 10800 | 300 kHz do 60 MHz | 2 | — |

Oporność żyły wewnętrznej dla prądu stałego przy temperaturze 20°C nie powinna przekraczać 16,3 Ω/km. Oporność izolacji między żyłą wewnętrzną a żyłą zewnętrzną wynosi 10 000 MΩ • km. Pojemność skuteczna: 49,5 nF/km. Moduł impedancji falowej przy częstotliwości 1 MHz wynosi około 75Ω.

Tłumienność falowa jednostkowa odcinka fabrykacyjnego kabla przy częstotliwości 1 MHz i temperaturze 20°C powinna wynosić 5,4±0,12 dB/km.

Oporność żyły lokalizacyjnej nie powinna przekraczać 28,5 Ω/km, a oporność jej izolacji nie powinna być mniejsza niż 5000 MΩ • km.

Kable współosiowe można układać przy temperaturze otoczenia nie niższej niż —10°C.

**Kable współosiowe normalnowymiarowe**

Kable normalnowymiarowe są wykorzystywane do pracy przy częstotliwości w zakresie 60 kHz ÷ 60 MHz. Średnica żyły zewnętrznej tych kabli wynosi 9,5 mm, a średnica żyły wewnętrznej — 2,6 mm.

Rozróżniamy następujące typy telekomunikacyjnych kabli dalekosiężnych współosiowych normalnowymiarowych:

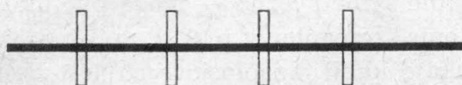
TKDWy — telekomunikacyjny (T) kabel (K) dalekosiężny (D) współosiowy (W) w powłoce ołowianej, z osłoną ochronną polwinitową (y);

TKDWyFt, TKDWyFo, TKDWyFp — telekomunikacyjny (T) kabel (K) dalekosiężny (D) współosiowy (W) w powłoce ołowianej, z osłoną ochronną polwinitową (y), opancerzony taśmami stalowymi (Ft) albo drutami stalowymi płaskimi (Fp) lub okrągłymi (Fo);

TKDWyFty
TKDWyFpy
TKDWyFoy — telekomunikacyjny (T) kabel (K) dalekosiężny (D) współosiowy (W) w powłoce ołowianej z osłoną ochronną polwinitową (y), opancerzony taśmami stalowymi (Ft) albo drutami stalowymi płaskimi (Fp) lub okrągłymi (Fo), z osłoną ochronną na pancerzu (y).

Zamiast osłony ochronnej polwinitowej może być stosowana osłona polietylenowa, a wówczas w oznaczeniu zamiast litery „y" występuje litera „x". Powłoka kabla jest wykonana z ołowiu z dodatkiem antymonu.

Żyła wewnętrzna pary współosiowej jest wykonana z drutu miedzianego miękkiego o średnicy 2,6 mm. Żyłę zewnętrzną stanowi rurka z taśmy miedzianej o średnicy 9,5 mm. Współosiowość żyły wewnętrznej uzyskuje się przez zastosowanie odpowiednich krążków z polietylenu (rys. 4-34) — tzw. *izolacji krążkowej*.



Rys. 4-34
Żyła wewnętrzna pary współosiowej normalnowymiarowej w izolacji krążkowej

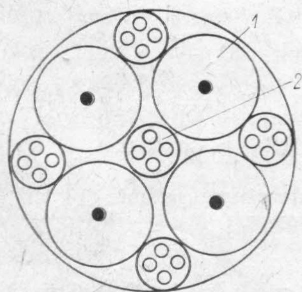
Najczęściej są stosowane dwa rodzaje kabli dalekosiężnych mieszanych (zawierających pary współosiowe i tory symetryczne) normalnowymiarowych:

a) kabel zawierający 4 pary współosiowe 2,6/9,5 mm i 5 czwórek gwiazdowych o średnicy żył 0,9 mm,

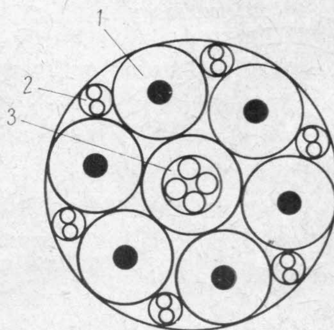
b) kabel zawierający 6 par współosiowych 2,6/9,5 mm oraz 1 czwórkę gwiazdową o żyłach 1,2 mm i 6 par o żyłach 0,9 mm.

Profile różnych typów kabli współosiowych normalnowymiarowych zostały pokazane na rys. 4-35 i 4-36.

Oporność jednostkowa żyły wewnętrznej przy temperaturze 20°C powinna wynosić 3,6 Ω/km, a żyły zewnętrznej — 2,5 Ω/km. Oporność




Rys. 4-35. Profil kabla współosiowego normalnowymiarowego czteroparowego
1 — para współosiowa,
2 — czwórka symetryczna




Rys. 4-36. Profil kabla współosiowego normalnowymiarowego sześcioparowego
1 — para współosiowa,
2 — para symetryczna,
3 — czwórka symetryczna

izolacji przy temperaturze nie niższej niż 15°C nie powinna być mniejsza niż 10 000 MΩ · km między żyłami jednej pary i 700 MΩ · km między żyłami zewnętrznymi różnych par. Moduł impedancji falowej powinien wynosić 75 ± 1 Ω.

Oporność jednostkowa pomocniczych torów symetrycznych przy temperaturze 20°C dla żył o średnicy 0,9 mm powinna wynosić 56,6 Ω/km, a dla żył 1,2 mm—32,1 Ω/km. Asymetria oporności żył w parze dla żył 0,9 nie powinna przekraczać 0,2 Ω/km, a dla żył 1,2 mm—0,15 Ω/km. Oporność izolacji powinna wynosić co najmniej 3000 MΩ km. Pojemność skuteczna torów o żyłach 0,9 mm powinna wynosić 34±4 nF/km, a dla żył 1,2 mm—26,5±4 nF/km.

## 4.5.2. Montaż kabli współosiowych

Kable współosiowe — podobnie jak kable symetryczne — mogą być układane ręcznie lub mechanicznie (patrz opis szczegółowy p. 3.2).

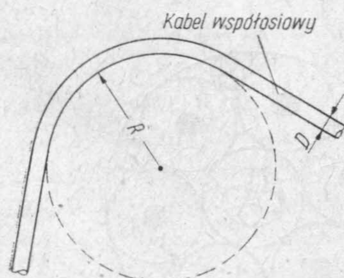
Jak wiadomo (p. 4.5.1), konstrukcja kabli współosiowych jest delikatniejsza od konstrukcji kabli symetrycznych, o czym podczas układania ich trzeba pamiętać. Szczególnej uwagi wymaga w tym wypadku sprawa przestrzegania dopuszczalnych promieni gięcia podczas układania. Dla kabli współosiowych normalnowymiarowych promień $R$ gięcia kabla nie może być mniejszy niż 20-krotną wartość jego średnicy zewnętrznej $D$, czyli

$$R \geqslant 20\ D$$

Natomiast w przypadku kabli małowymiarowych promień ten wynosi

$$R \geqslant 30\ D$$

Na rysunku 4-37 przedstawiono sposób określenia promienia łuku, po którym można zginać kable.




Rys. 4-37
Sposób określania dopuszczalnego promienia gięcia kabli współosiowych

Nieprzestrzeganie podanych zasad podczas układania kabli może prowadzić do wzrostu niejednorodności wewnętrznej kabla, a w efekcie do uszkodzenia kabla w miejscu zagięcia. W przypadku układania kabla w obiektach rurowych należy pamiętać, aby odwinąć go w całości z bębna

przed rozpoczęciem pracy (formując z odwijanego kabla wydłużone „ósemki").

Podczas układania mechanicznego problem odpowiednich promieni gięcia kabli współosiowych sprowadza się właściwie do poprawnego ustawienia prowadnic na pługoukładaczu oraz regulowania prędkości rozwijania się kabla podczas ruchu pługoukładacza. Prędkość pługoukładacza powinna zawierać się w zakresie 0,6÷1 km/h. Przy większej prędkości układania kabla w parach współosiowych występują naprężenia powodujące wzrost niejednorodności wewnętrznych, a nawet uszkodzenie kabla. Podobne efekty może spowodować zatrzymywanie i ponowne uruchamianie pługoukładacza w czasie układania danego odcinka fabrykacyjnego; zbyt raptowne ruszanie może doprowadzić nawet do przerwania żył w parach współosiowych.

W celu uzyskania odpowiedniej jakości torów współosiowych w budowanej linii kablowej żyły tych torów należy łączyć w taki sposób, aby parametry elektryczne złącza pary były możliwie bliskie parametrom danej pary w odcinku fabrykacyjnym. Szczególnie ważnym parametrem jest tu wartość współczynnika niejednorodności złącza.

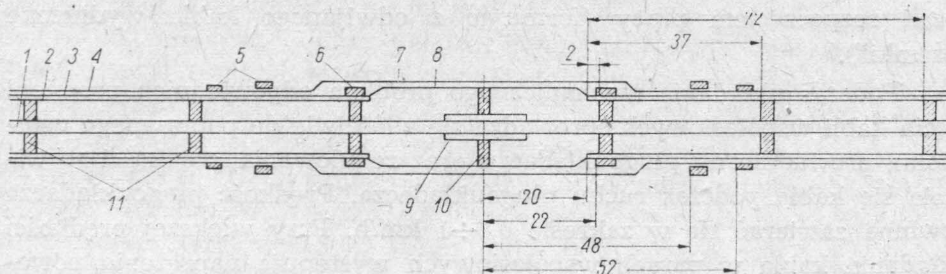
W dążeniu do osiągnięcia możliwie najmniejszych wartości współczynnika niejednorodności w złączu pary współosiowej przeprowadza się alokację odcinków fabrykacyjnych kabli, i dopiero potem się je montuje.

**Łączenie par współosiowych normalnowymiarowych (typu 2,6/9,5)**

W Polsce stosowane są dwie metody montażu par współosiowych normalnowymiarowych, a mianowicie metoda łuskwinowa i metoda twardego lutowania.

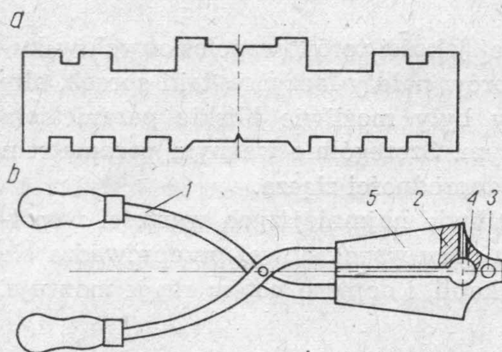
Metoda *łuskwinowa* nie jest już obecnie stosowana, ale wiele spośród dotychczas eksploatowanych kabli było montowanych tą metodą: istnieje więc możliwość zetknięcia się z nią podczas prac modernizacyjnych lub podczas usuwania uszkodzeń w istniejących liniach. Metoda ta polega na zlutowaniu żyły wewnętrznej pary współosiowej za pośrednictwem specjalnej tulejki otwartej i połączeniu żyły zewnętrznej za pomocą przylutowywanej do niej dwudzielnej osłonki — tzw. *łuskwiny* (wytłoczonej odpowiednio z blachy miedzianej). Ciągłość ekranu uzyskuje się w tym przypadku za pomocą innej, nieco większej, stalowej osłonki dwudzielnej, przymocowywanej do ekranu pierścieniami sprężynującymi. Na rysunku 4-38 pokazano przekrój pary współosiowej, zmontowanej metodą łuskwinową.

Do wykonania złącza pary współosiowej omawianą metodą potrzebny jest — oprócz tradycyjnego zestawu monterskiego — specjalny szablon, umożliwiający właściwe wyznaczenie miejsc cięcia taśm ekranu i żyły zewnętrznej oraz wewnętrznej.




Rys. 4-38. Przekrój pary współosiowej połączonej metodą łuskwinową

1 — przewód wewnętrzny, 2 — przewód zewnętrzny, 3 — taśmy stalowe, 4 — taśmy papierowe, 5 — pierścień zaciskający duży, 6 — pierścień zaciskający mały, 7 — osłona stalowa, 8 — osłona dwudzielna, 9 — złączka miedziana, 10 — krążki teflonowe duże (izolacyjne), 11 — krążki teflonowe małe




Rys. 4-39
Dodatkowe narzędzia do montażu złącza metodą łuskwinową

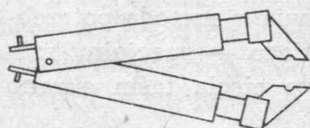
a — szablon, b — cęgi;
1 — rączka,
2 — kanał do wprowadzania cyny,
3 — uchwyt do żyły wewnętrznej,
4 — uchwyt do żyły zewnętrznej,
5 — szczęki miedziane

Na rysunku 4-39 pokazano dodatkowe narzędzia stosowane przy montażu par współosiowych metodą łuskwinową.

Obecnie stosowana w budownictwie łączności metoda *twardego lutowania* polega na łączeniu czołowym żyły wewnętrznej pary współosiowej za pomocą spoiwa srebrnego oraz żyły zewnętrznej poprzez specjalne tulejki dwudzielne o wymiarach zgodnych z wymiarami pary współosiowej.

Do montażu kabli współosiowych normalnowymiarowych, oprócz podstawowego zestawu narzędzi monterskich wymienionych w punkcie 3.4.4, potrzebne są dodatkowo następujące narzędzia specjalne:

1) lutownica uniwersalna (rys. 4-40) do lutowania spoiwem srebrnym przewodu wewnętrznego i zewnętrznego,
2) szczypce obciskające,
3) szczypce obcinające,
4) ochładzacz mosiężny,



Rys. 4-40
Lutownica uniwersalna do par współosiowych normalnowymiarowych

5) jarzmo,

6) wyciągacz krążków,

7) ustawiacz krążków,

8) kształtownik przewodu zewnętrznego,

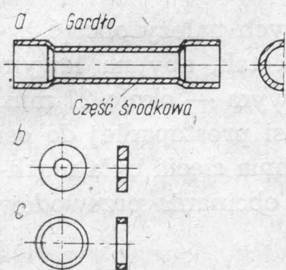
9) nożyczki chirurgiczne,

10) szczypce z bocznymi ostrzami specjalnie zeszlifowanymi,

11) akumulator 12 V o wydajności prądowej 230 Ah do zasilania lutownicy (za pośrednictwem stycznika).

Ponadto potrzebne są następujące materiały specjalne:

1. Elementy do łączenia pary współosiowej: dwie połówki osłonki miedzianej do łączenia żyły zewnętrznej, osiem krążków izolacyjnych z teflonu oraz dwa pierścienie zaciskowe (rys. 4-41).



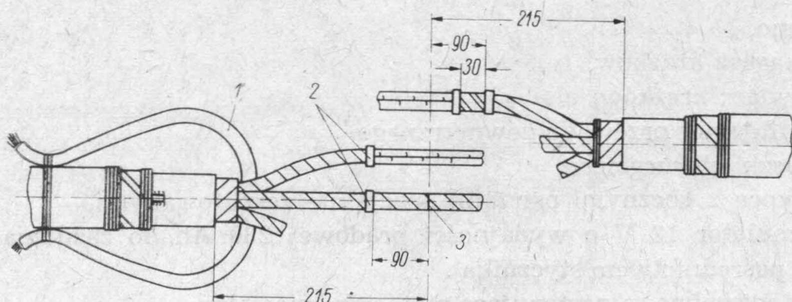

Rys. 4-41
Elementy do łączenia pary 2,6/9,5
a — osłonka miedziana,
b — krążek teflonowy,
c — pierścień zaciskający

2. Spoiwo srebrne w postaci pasków o szerokości 3,5 mm i grubości 0,3 mm do lutowania żyły wewnętrznej oraz o szerokości 8 mm, grubości 0,1 mm i długości 32 mm do lutowania żyły zewnętrznej.

Przed rozpoczęciem montażu par współosiowych należy przygotować końce kabli (patrz p. 4.3.2). Następnie — po usunięciu powłoki kabla — należy zabezpieczyć taśmę papierową znajdującą się na ośrodku przed rozwijaniem się, po czym lekko rozchylić pary współosiowe, zaginając ich końce w odległości 2—3 cm od krańców powłoki (do poziomu), wyznaczyć środek złącza i nasunąć na każdą z tych par pierścienie zabezpieczające, zaciskając je szczypcami w odległości 90 mm od wyznaczonego środka złącza.

Po wykonaniu tych czynności należy odgiąć znajdujące się w kablu wiązki symetryczne i przymocować je drutem wiązałkowym do kabla w taki sposób, aby nie przeszkadzały w dalszym montażu. Z par współosiowych należy odwinąć taśmy papierowe i stalowy ekran; z lewej strony złącza papierowe taśmy zostawia się nieobcięte, a z prawej obcina się je tuż obok pierścienia zaciskowego; ekran odcina się nożycami chirurgicznymi w odległości 30 mm od pierścieni zaciskowych i zabezpiecza się go przed odwijaniem (rys. 4-42).

Obcięcie żył zewnętrznych pary polega na uchwyceniu przewodu zewnętrznego szczypcami obcinającymi, lekkim rozgięciu jego szwu

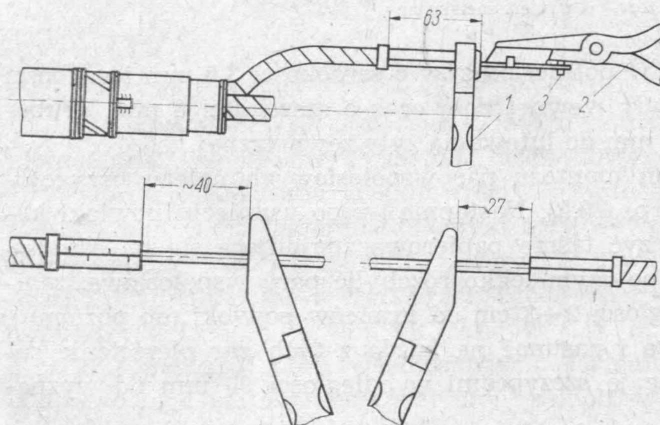



Rys. 4-42. Przygotowanie par współosiowych do montażu
1 — odgięte wiązki symetryczne, 2 — pierścienie zaciskowe, 3 — środek złącza

i energicznym oderwaniu szczypcami płaskimi zbędnej części żyły tuż przy szczypcach obcinających.

Następnie po usunięciu krążków polietylenowych należy obciąć żyłę wewnętrzną specjalnie szlifowanymi szczypcami tak, aby na lewym końcu kabla wystawała ona około 40 mm, a na prawym — około 27 mm.

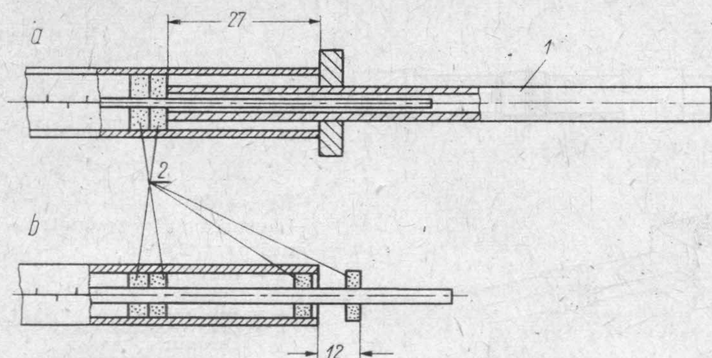
Żyły wewnętrzne powinny być obcięte po osi prostopadłej do osi przewodu i należy przy tym starać się, by powierzchnia cięcia była możliwie płaska. Na rysunku 4-43 przedstawiono sposób obcinania przewodów




Rys. 4-43
Obcinanie przewodu zewnętrznego pary 2,6/9,5
1 — cęgi obcinające,
2 — odrywanie przewodu zewnętrznego,
3 — krążek izolacyjny

pary współosiowej. Po obcięciu żył należy wyciągnąć po dwa krążki polietylenowe z każdej strony za pomocą specjalnego wyciągacza, a następnie uzupełnić izolację pary krążkami teflonowymi w sposób pokazany na rysunku 4-44. Na każdą końcówkę pary należy nałożyć 4 krążki teflonowe.

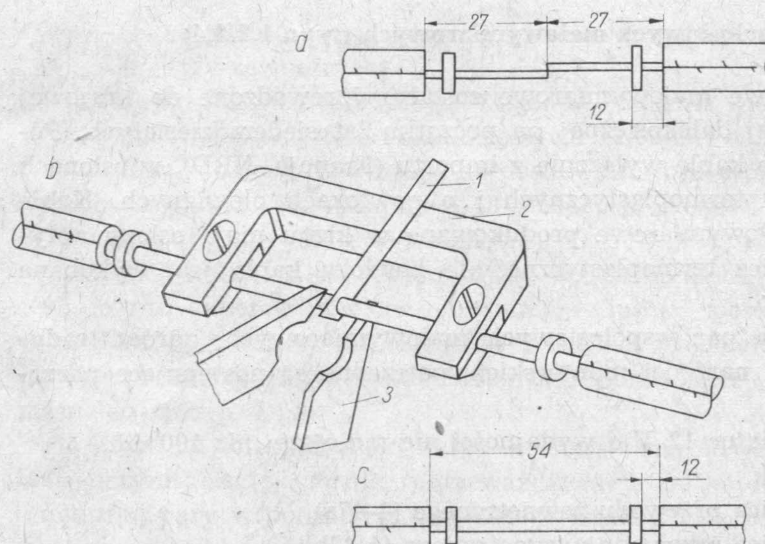
Kolejną czynnością jest ustawienie par współosiowych tak, by znalazły się one dokładnie naprzeciwko siebie, i aby ich żyły wewnętrzne zachodziły na siebie. Następnie należy przyciąć żyłę wewnętrzną lewej końcówki, tak by powierzchnia przecięcia była płaska i prostopadła do osi żyły (rys. 4-45a), nałożyć na żyły jarzmo, i wkładając między czoła



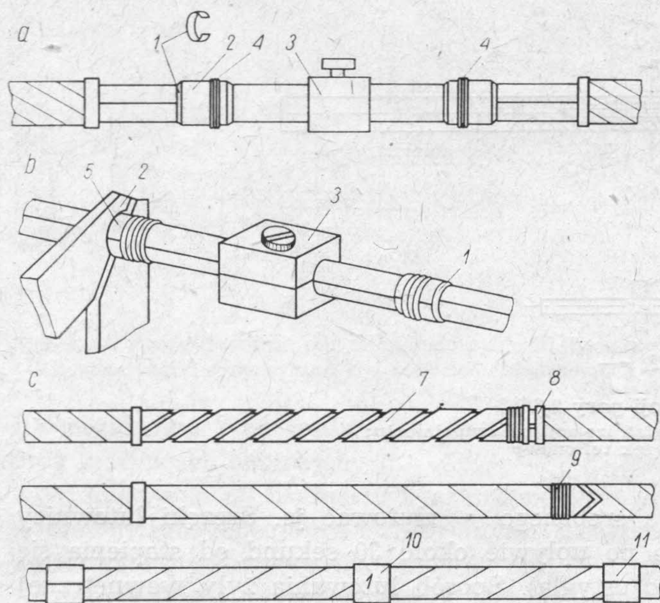

Rys. 4-44. Uzupełnianie izolacji pary 2,6/9,5
a — ustawienie krążka, b — wygląd izolacji po uzupełnieniu;
1 — ustawiacz krążków, 2 — krążek teflonowy

przewodów pasek spoiwa srebrnego — zlutować je. Szczęki lutownicy należy otworzyć dopiero po upływie około 30 sekund od stopienia się spoiwa (aby spoina nieco ostygła). Sposób lutowania żyły wewnętrznej pokazano na rys. 4-45.

Po połączeniu żył wewnętrznych łączy się za pomocą osłonek dwudzielnych żyły zewnętrzne. W tym celu z pasków lutowia szerokiego należy wykonać obrączki, które zakłada się na końcówki żyły zewnętrznej; następnie nakłada się osłonki dwudzielne, mocując je za pomocą mosiężnego uchwytu spełniającego jednocześnie funkcję ochładzacza i przylutowuje się je lutownicą uniwersalną, chwytając przy tym gardło




Rys. 4-45. Łączenie żyły wewnętrznej pary 2,6/9,5
a — żyły przygotowane do łączenia, b — łączenie żył, c — żyły połączone;
1 — lutowie srebrne, 2 — jarzmo, 3 — lutownica uniwersalna




Rys. 4-46
Łączenie żyły zewnętrznej pary 2,6/9,5
a — przygotowanie żyły zewnętrznej,
b — lutowanie,
c — przywrócenie ciągłości ekranu;
1 — zwijka z lutowia srebrnego,
2 — gardło osłonki,
3 — ochładzacz,
4 — umocowanie gardeł drutem wiązałkowym,
5 — gardło,
6 — lutownica uniwersalna,
7 — ekran,
8 — pierścień zaciskający,
9 — nici kablowe,
10 — opaska numeracyjna,
11 — taśma klejąca

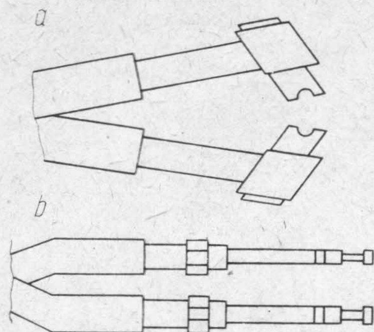
osłonki wgłębieniami w elektrodach węglowych. Po przylutowaniu osłonki z obu stron należy zdjąć ochładzacz oraz oczyścić miejsca lutowania. Następnie należy przywrócić ciągłość ekranu oraz izolacji papierowej pary przez nawinięcie taśm pozostawionych na parach lewych i na każdą parę nałożyć opaskę numeracyjną. Kolejność czynności wykonywanych przy łączeniu żył zewnętrznych pokazano na rys. 4-46.

**Łączenie par współosiowych małowymiarowych (typu 1,2/4,4)**

Kable współosiowe małowymiarowe zostały wprowadzone do krajowej sieci telefonicznej dalekosiężnej na początku lat siedemdziesiątych. Początkowo były to kable wyłącznie z importu (Francja, NRD), w osłonach antykorozyjnych termoplastycznych i o powłokach ołowianych. Kable współosiowe małowymiarowe produkowane w kraju mają osłony antykorozyjne również termoplastyczne, ale powłoka kabla jest wykonana z aluminium.

Do łączenia par współosiowych małowymiarowych, oprócz tradycyjnego zestawu narzędzi monterskich, potrzebne są następujące narzędzia specjalne:

1) akumulator 12 V o wydajności nie mniejszej niż 100 Ah,
2) stycznik,
3) lutownica przewodu zewnętrznego (4-47a),
4) lutownica przewodu wewnętrznego (4-47b),
5) szczypce obciskające,
6) szczypce kształtujące,




Rys. 4-47
Lutownice do par współosiowych małowymiarowych
a — do żyły zewnętrznej,
b — do żyły wewnętrznej

7) trzpień modelowy,
8) nożyczki chirurgiczne,
9) szczypce płaskie,
10) szczypce ostre z bocznymi ostrzami specjalnie szlifowanymi.

Ponadto — oprócz materiałów zawsze stosowanych przy montażu kabli o torach symetrycznych — używa się następujących materiałów specjalnych:

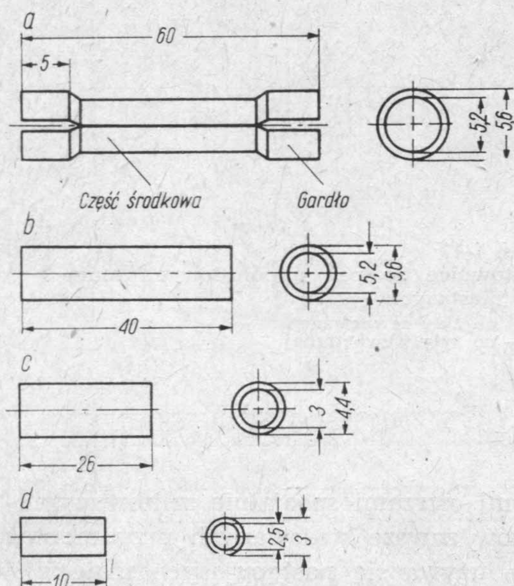
1) forma polietylenowa lub korkowa (szt. 2),
2) wspornik pomocniczy otwarty lub zamknięty, taki jak do kabli o powłokach aluminiowych (szt. 2),
3) tulejka miedziana,
4) tulejki teflonowe,
5) spoiwo srebrne w postaci pasków o wymiarach:
   — szerokość 2 mm, grubość 0,1 mm do lutowania żyły wewnętrznej,
   — szerokość 3 mm, grubość 0,1 mm, długość 20 mm do lutowania żyły zewnętrznej.

Tulejka miedziana, tulejki teflonowe, forma polietylenowa oraz spoiwo srebrne wchodzą w skład zestawu elementów do montażu pary współosiowej małowymiarowej i są dostarczane przez producenta w jednym opakowaniu. Na rysunku 4-48 została przedstawiona tulejka miedziana oraz trzy typy tulejki teflonowej.

Końce kabla należy przygotować w sposób opisany w p. 4.3.2 — jeśli jest to kabel w powłoce ołowianej — lub w sposób przedstawiony w p. 4.4.2, gdy mamy do czynienia z kablem w powłoce aluminiowej. Następnie należy przygotować wsporniki pomocnicze otwarte lub zamknięte (patrz p. 4.4.2).

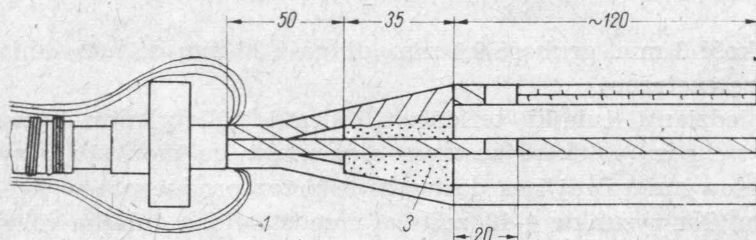
Przed zdjęciem powłoki kabla — niezależnie od jej rodzaju — należy przylutować wspornik, ponieważ izolacja polietylenowa żyły wewnętrznej pary współosiowej jest bardzo wrażliwa na podwyższoną temperaturę; zapobiega się w ten sposób uszkodzeniu izolacji na skutek przegrzania.

Po przylutowaniu wspornika należy zdjąć metalową powłokę kabla,



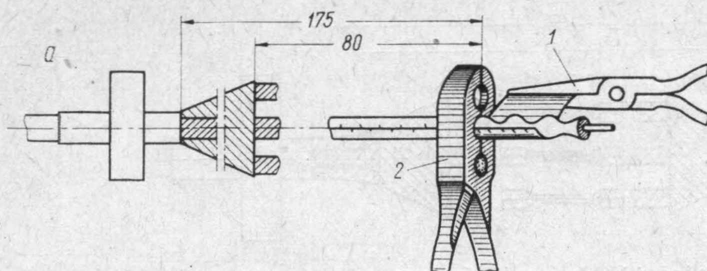

Rys. 4-48
Elementy do łączenia pary 1,2/4,4
a — tulejka miedziana,
b — tulejka teflonowa nr 1,
c — tulejka teflonowa nr 2,
d — tulejka teflonowa nr 3

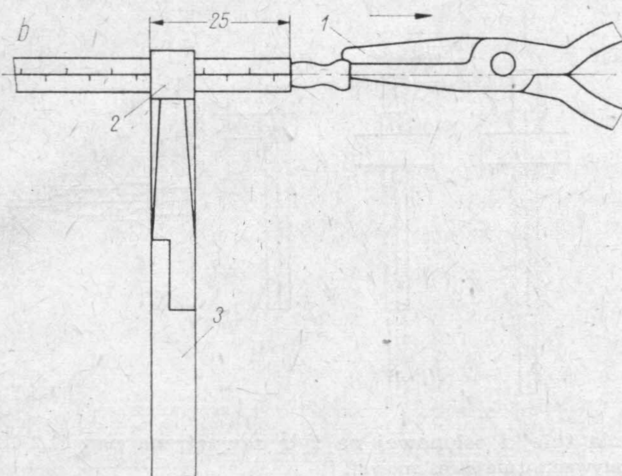
po czym wprowadzić formy polietylenowe lub korkowe pomiędzy pary współosiowe, przymocowując je taśmami samoprzylepnymi. Następnie odwinąć taśmy ekranu każdej z par współosiowych, przy czym na końcu jednego odcinka kabla (z lewej strony) należy taśmy pozostawić, a na końcu drugiego — obciąć nożyczkami chirurgicznymi. Końcówki kabla przygotowane do montażu przedstawiono na rys. 4-49.

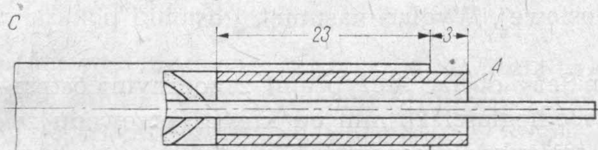



Rys. 4-49. Przygotowanie końca kabla do łączenia par współosiowych
1 — wiązki symetryczne, 2 — taśmy ekranujące, 3 — forma polietylenowa lub kauczukowa

Mając przygotowane końcówki kabla do montażu par współosiowych obcinamy żyły zewnętrzne i usuwamy izolację polietylenową z końców par współosiowych. Żyły zewnętrzne obcina się za pomocą szczypiec obciskających i szczypiec płaskich, tak jak to pokazano na rys. 4-50a, a izolację usuwa się przez stopienie jej mocno rozgrzanym („do czerwoności") uchwytem szczypiec kształtujących; przed tą operacją izolację należy naciągnąć szczypcami płaskimi tak, jak to pokazano na rys. 4-50b. Po usunięciu izolacji polietylenowej na jej miejsce wprowadza się tulejki teflonowe średnie (patrz rys. 4-50c), po czym należy ustawić końców-



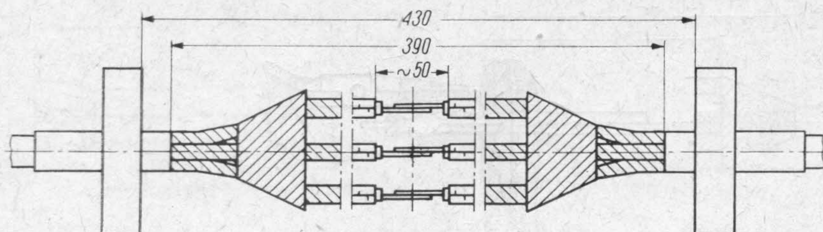



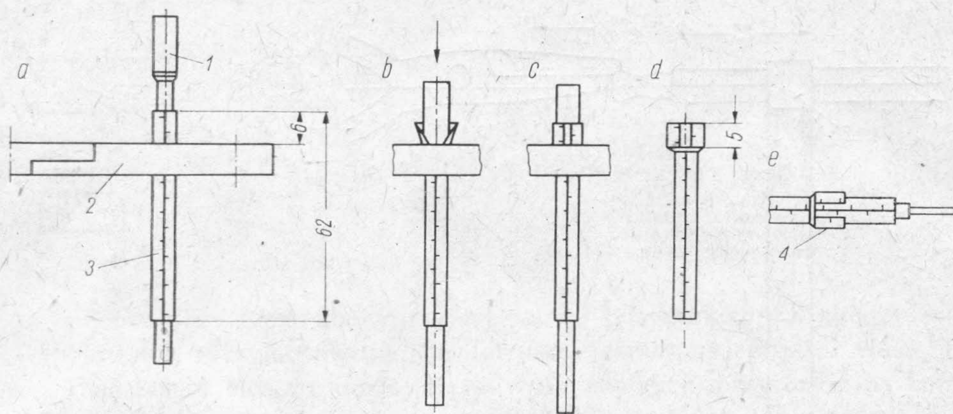

Rys. 4-50
Kolejność czynności poprzedzających montaż pary 1,2/4,4
a — obcinanie żyły zewnętrznej,
b — usuwanie izolacji polietylenowej,
c — uzupełnienie izolacji pary;
1 — cęgi płaskie,
2 — cęgi obciskające,
3 — szczypce kształtujące,
4 — tulejka teflonowa nr 2

ki par współosiowych kabla tak, aby ich żyły wewnętrzne zachodziły na siebie (rys. 4-51).

Jeżeli nie mamy do dyspozycji gotowych elementów do łączenia par współosiowych małowymiarowych, osłonkę można wykonać we własnym zakresie za pomocą cęgów obciskających i trzpienia modelowego. W tym celu należy przygotować tulejkę z kawałka niezdeformowanej żyły zewnętrznej o długości 62 mm, uchwycić ją mniejszym otworem szczypiec obciskających, wprowadzić trzpień modelowy do wnętrza tulejki (rys. 4-52a) i uderzyć lekko klepakiem w wierzchołek trzpienia modelowego, aby tulejka się rozchyliła (rys. 4-52b). Następnie zacisnąć większym otworem drugiej pary szczypiec obciskających rozchyloną tulejkę na trzpieniu modelowym, tworząc w ten sposób gardło osłonki. Podobnie wykonuje się gardło osłonki z drugiej strony. Gotowe osłonki nasuwa się na




Rys. 4-51. Ustawienie końców kabla współosiowego

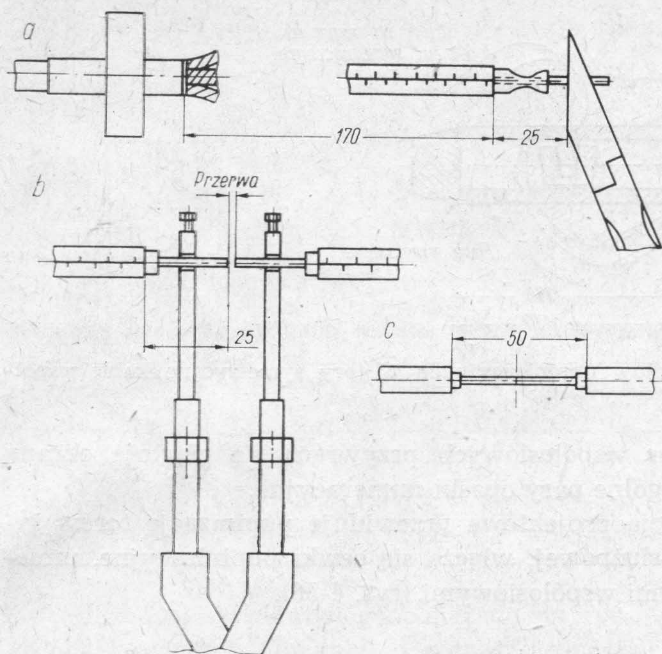



Rys. 4-52. Sposób wykonywania tulejki osłonowej na żyłę zewnętrzną pary 1,2/4,4
a, b, c, d, e — kolejne fazy wykonywania tulejki osłonowej;
1 — trzpień modelujący, 2 — szczypce zaciskające, 3 — tulejka osłonowa, 4 — para współosiowa

żyły zewnętrzne pary współosiowej. Wygląd nasuniętej osłonki pokazano na rys. 4-52e.

Po założeniu osłonek należy obciąć szczypcami z bocznymi ostrzami żyły wewnętrzne pary w odległości 25 mm od krańca przewodu zewnętrznego (prostopadle do osi żyły); umocować je następnie w uchwytach odpowiedniej lutownicy, w szczelinę między czołami żył wsunąć pasek spoiwa srebrnego — lekko ściskając szczęki lutownicy, aby go unieruchomić — i włączyć prąd na czas potrzebny na stopienie spoiwa. Następnie wyłączyć prąd, nie zwalniając jednak nacisku elektrod aż do ostygnięcia spoiny, tj. przez około 20÷30 sekund. Po ostygnięciu odłączyć elektrody, a ewentualne drobne nierówności spoiny wygładzić drobnym papierem ściernym. W identyczny sposób obcina się i lutuje kolejne żyły wewnętrzne pozostałych par. Rysunek 4-53 obrazuje łączenie żył wewnętrznych par współosiowych.

Przed przylutowaniem osłonki do żyły zewnętrznej należy uzupełnić izolację pary współosiowej tulejkami teflonowymi tak, jak to pokazano na rys. 4-54. Tulejki teflonowe trzeba w tym celu najpierw naciąć wzdłużnie narzędziem o cienkim ostrzu i po rozchyleniu jej ścianek — nasunąć na żyłę wewnętrzną. Następnie należy nasunąć tulejkę

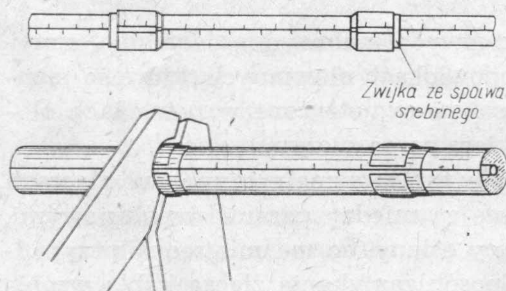



Rys. 4-53
Obcięcie i przylutowanie przewodów wewnętrznych
a — obcinanie przewodów,
b — lutowanie,
c — wygląd zlutowanych żył

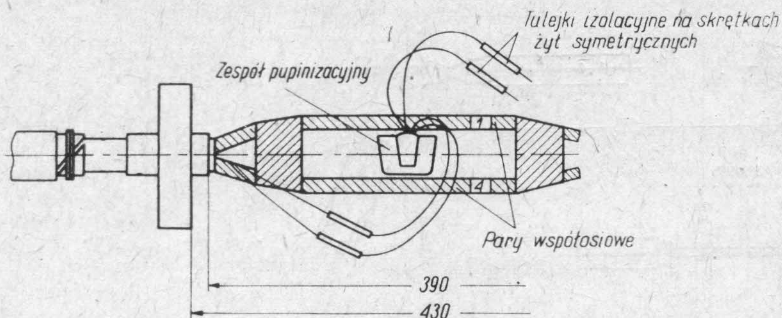



Rys. 4-54. Prekrój pary 1,2/4,4 z połączoną żyłą wewnętrzną i uzupełnioną izolacją
1 — żyła zewnętrzna, 2 — tulejka teflonowa nr 1

osłonową i docisnąć ją szczypcami, kształtując w ten sposób środkową część osłonki oraz wprowadzić lutowie pod obrzeża gardeł osłonki tak, by zachodziło na żyłę zewnętrzną na długości około 1 mm. Samo przylutowanie osłonki polega na uchwyceniu gardła odpowiednią lutownicą i włączeniu prądu; szczęki lutownicy należy cały czas lekko naciskać. Po roztopieniu się spoiwa prąd wyłączyć, jednak szczęki lutownicy powinny pozostać zwarte jeszcze przez około 30 sekund. Na rysunku 4-55 pokazano przebieg lutowania żyły zewnętrznej pary współosiowej.




Rys. 4-55
Łączenie żyły zewnętrznej pary 1,2/4,4




Rys. 4-56. Włączanie zespołów pupinizacyjnych w tory symetryczne kabli współosiowych

Po połączeniu par współosiowych przywraca się ciągłość ekranu oraz zakłada na poszczególne pary opaski numeracyjne.

Jeżeli dokumentacja projektowa przewiduje pupinizację torów symetrycznych łączności służbowej, włącza się cewki pupinizacyjne, umieszczając je między parami współosiowymi (rys. 4-56).

## Zamykanie złączy

Kable współosiowe normalnowymiarowe produkowane są jako kable cztero- lub sześcioparowe. Zamykanie i zabezpieczanie złącza kabli współosiowych normalnowymiarowych przeprowadza się identycznie, jak w przypadku kabli symetrycznych w powłokach ołowianych. Wymiary osłon złączowych stosowanych dla kabli współosiowych normalnowymiarowych typu 2,6/9,5 podano w tablicy 4.29.

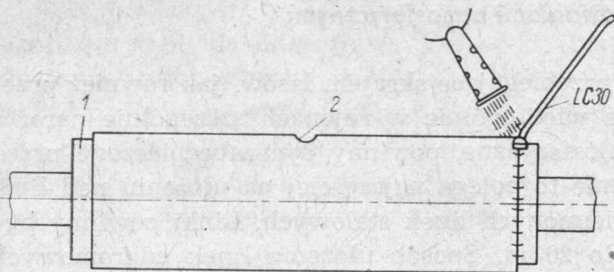
**Wymiary osłony złączy przelotowych kabli współosiowych normalnowymiarowych**

Tablica 4.29

| Liczba par | Bez zespołów pupinizacyjnych w torach łączności służbowej | | Z zespołami pupinizacyjnymi w torach łączności służbowej | |
|---|---|---|---|---|
| | średnica osłony [mm] | długość osłony [mm] | średnica osłony [mm] | długość osłony [mm] |
| 4 | 60 | 490 | 100 | 490 |
| 6 | 80 | 530 | 120 | 530 |

Wszystkie złącza kabli współosiowych małowymiarowych — z wyjątkiem złączy kabli mieszanych w powłokach ołowianych, które są montowane tak samo, jak kable dalekosiężne symetryczne w powłokach ołowianych — montuje się ze wspornikiem pomocniczym.

Ponieważ zespoły pupinizacyjne torów symetrycznych w złączach kabli małowymiarowych umieszczane są między parami współosiowymi, nie powoduje to zwiększenia średnicy osłony, co ma miejsce w przypadku kabli normalnowymiarowych. Sposób zamykania złącza kabla współ-




Rys. 4-57
Zamykanie złącza kabla współosiowego małowymiarowego
1 — wspornik,
2 — otwór wentylacyjny

**Wymiary osłony złączy kabli współosiowych małowymiarowych** Tablica 4.30

| Liczba par | Średnica zewnętrzna kabla [mm] | Średnica osłony [mm] | Długość osłony [mm] |
|---|---|---|---|
| 4 | 16,0 | 80 | 470 |
| 6 | 19,5 | 80 | 470 |
| 8 | 23,0 | 90 | 500 |
| 12 | 26,0 | 100 | 500 |

osiowego małowymiarowego pokazano na rys. 4-57. Długości i średnice osłon złączowych dla kabli o różnej liczbie par współosiowych podano w tablicy 4.30.

## 4.6. Ochrona kabli przed uszkodzeniami

### 4.6.1. Ochrona przed uszkodzeniami mechanicznymi

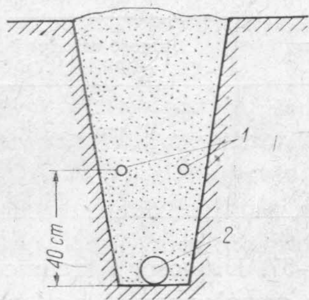
Podstawowym zabezpieczeniem kabli dalekosiężnych przed uszkodzeniami mechanicznymi jest pancerz nakładany na powłokę kabla. Pancerz ma za zadanie chronić powłokę kabla przed przypadkowymi uszkodzeniami mechanicznymi.

W terenie zabudowanym lub przewidzianym do zabudowy kable telekomunikacyjne — jeśli nie są ułożone w kanalizacji kablowej — powinny być dodatkowo chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi za pomocą specjalnej przykrywy kablowej, wykonanej z betonu (dla kabli symetrycznych) lub z żelbetu (dla kabli współosiowych). Przykrywy kablowe powinny być ułożone poziomo nad kablem na 10-centymetrowej podsypce z ziemi, stykając się ze sobą węższymi bokami w przypadku linii jednokablowej lub szerszymi bokami (w przypadku linii dwukablowej układanej we wspólnym wykopie).

Złącza kablowe powinny być zawsze zabezpieczane przed uszkodzeniami mechanicznymi za pomocą muf żeliwnych. W zależności od rodzaju kabla, stosuje się jeden z dwóch typów muf żeliwnych:
— zwykłe, zabezpieczające złącza kabli w pancerzu z taśm stalowych,
— wzmocnione, zabezpieczające złącza kabli w pancerzu z drutów stalowych.

### 4.6.2. Ochrona przed wyładowaniami atmosferycznymi

Kable telekomunikacyjne przebiegające skrajem lasów, jak również przechodzące przez wzgórza, a więc ogólnie w rejonach szczególnie narażonych na wyładowania atmosferyczne, powinny być zabezpieczone przed ich skutkami. Zabezpieczenie to polega najczęściej na ułożeniu nad linią kablową dwóch dobrze uziemionych linek stalowych. Linki powinny być połączone ze sobą co około 20 m. Sposób ułożenia linek odgromowych w wykopie kablowym przedstawia rysunek 4-58.




Rys. 4-58
Sposób umieszczania linek odgromowych nad kablem telekomunikacyjnym
1 — linki odgromowe,
2 — kabel

Oporność uziemienia linek odgromowych nie powinna przekraczać 1,5 oma.

Innym rodzajem ochrony przed wyładowaniami atmosferycznymi jest układanie kabli w rurach stalowych dwudzielnych, również uziemianych.

Kolejnym sposobem zabezpieczania kabli przed wyładowaniami atmosferycznymi jest stosowanie zewnętrznej osłony ochronnej z polietylenu przewodzącego.

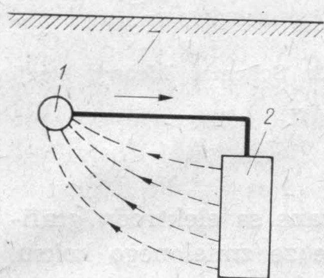
### 4.6.3. Ochrona przed korozją

Kable dalekosiężne, podobnie jak wszystkie konstrukcje metalowe układane w ziemi, są narażone na korozję elektrochemiczną, będącą wynikiem reakcji metalu ze środowiskiem mającym charakter elektrolitu. Na powierzchni metalu tworzą się mikro- i makroogniwa powodujące ruch jonów metalu, co prowadzi do tzw. „roztwarzania" powłoki kabla i w końcu do wystąpienia nieszczelności.

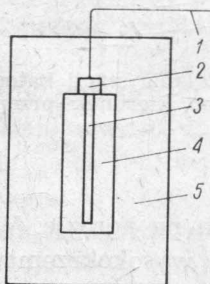
Najprostszym sposobem ochrony kabli dalekosiężnych przed korozją elektrochemiczną jest stosowanie specjalnych antykorozyjnych osłon ochronnych. Jest to tak zwana *bierna ochrona* przed korozją.

Jednak ze względu na fakt, że wiele spośród obecnie eksploatowanych linii kablowych nie zostało wyposażonych w termoplastyczne osłony ochronne, konieczne jest stosowanie na tych liniach tzw. *czynnej ochrony antykorozyjnej*.

Najprostszym urządzeniem ochrony czynnej stosowanym w odniesieniu do kabli dalekosiężnych jest anoda reakcyjna (protektor). Zasada działania takiej ochrony polega na połączeniu kabla z umieszczoną bezpośrednio w ziemi anodą, której potencjał jest w danym środowisku niższy, niż potencjał kabla. W elektrolicie glebowym powstaje ogniwo, w którym prąd płynie od anody reakcyjnej poprzez glebę do kabla, obniżając jego potencjał. Zasadę działania anody reakcyjnej ilustruje rys. 4-59.




Rys. 4-59. Zasada działania anody reakcyjnej (strzałkami zaznaczono kierunek przepływu prądu)
1 — kabel,
2 — anoda reakcyjna




Rys. 4-60. Budowa anody reakcyjnej
1 — przewód wyprowadzający,
2 — masa bitumiczna,
3 — pręt stalowy,
4 — elektroda,
5 — wypełniacz

Anody reakcyjne stosowane do ochrony kabli telekomunikacyjnych są wykonywane ze stopów aluminium, magnezu i cynku. Aby zmniejszyć oporność przejścia między anodą a otaczającym ją środowiskiem oraz by przedłużyć jej czas eksploatacji, stosuje się tzw. *wypełniacz* umieszczany wokół anody (m.in. sproszkowany koks). Budowę anody reakcyjnej pokazano na rys. 4-60.

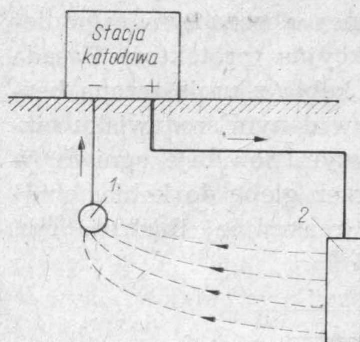
Anody reakcyjne stosuje się w przypadku takich linii kablowych, w których strefa anodowa występuje na niewielkich odcinkach trasy (do 200 m) i w związku z tym nieekonomiczne byłoby instalowanie stacji katodowych.

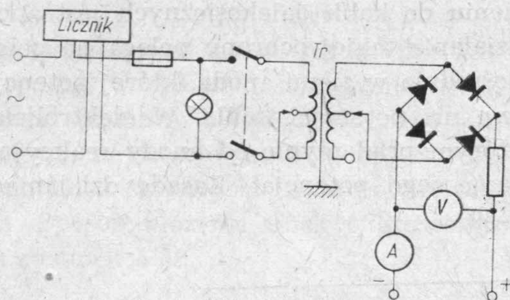
Odległości między poszczególnymi anodami na odcinku chronionym są zależne od oporności właściwej gruntu, oporności przejścia między powłoką kabla a ziemią oraz od potencjału kabla. Anody reakcyjne zakopywane są w odległości 1÷5 m od kabla na głębokości 1÷2,5 m.

Inną metodą ochrony kabli telekomunikacyjnych przed korozją jest stosowanie stacji katodowych. Ochrona polega w tym wypadku na przyłożeniu z zewnętrznego źródła prądu stałego potencjału ujemnego do powłoki kabla, a potencjału dodatniego — do uziomu anodowego stacji katodowej. Zasadę działania stacji katodowej przedstawiono na rys. 4-61.

Schemat elektryczny stacji katodowej stosowanej na terenie Polski przedstawia rys. 4-62.

Uziomy anodowe stacji katodowych powinny być wykonane z ma-



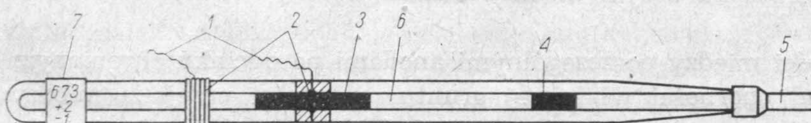

Rys. 4-61. Zasada działania stacji katodowej (strzałkami zaznaczono kierunek przepływu prądu)
1 — kabel,
2 — uziom anodowy

Rys. 4-62. Schemat ideowy stacji katodowej

teriałów odpornych na korozję. W Polsce stosowane są elektrody grafitowe lub z żelaza wysokokrzemowego w otoczce ze zmielonego koksu. Odległość uziomu anodowego od kabla zależy od oporności właściwej gleby oraz od warunków lokalnych i zawiera się w zakresie 150÷350 m. Zasięg stacji katodowej wynosi 3÷8 km i jest uzależniony od odległości uziomu od trasy kabla, od oporności przejścia między powłoką kabla a ziemią oraz od oporności właściwej gruntu.

### 4.6.4. Kontrola ciśnieniowa

Wszystkie kable dalekosiężne znajdują się pod kontrolą ciśnieniową. W Polsce najbardziej rozpowszechniony jest czujnikowy system kontroli ciśnieniowej. System ten polega na włączeniu w parę sygnalizacyjną czujników rtęciowych. Budowa czujnika rtęciowego została pokazana na rys. 4-63. Zasada działania systemu opiera się na kontroli ciśnienia, panu-




Rys. 4-63. Budowa czujnika rtęciowego
1 — lica, 2 — elektrody platynowe, 3 — roboczy słupek rtęci, 4 — słupek rtęci zabezpieczający przed dostępem powietrza, 5 — filtr szklany z watą, 6 — gaz obojętny, 7 — opaska oznaczeniowa z naniesioną odchyłką ciśnienia, przy jakiej następuje zwarcie (+2) oraz rozwarcie (−1) elektrod platynowych

jącego w kablu. Jeżeli ciśnienie w kablu wynosi powyżej 450 hPa (0,45 at) — słupek rtęci w czujnikach nie zwiera elektrod. Jeżeli ciśnienie w kablu spada poniżej 400 hPa (0,4 at), następuje zwarcie platynowych elektrod powodujące sygnał alarmowy na obsługiwanej stacji wzmacniakowej. Obsługa stacji zobowiązana jest do natychmiastowego zmierzenia

wówczas oporności pętli pary sygnalizacyjnej, co stanowi pierwszy etap lokalizacji miejsca uszkodzenia (identyfikacja złącza najbliższego od miejsca uszkodzenia). Uchodzące z kabla powietrze powoduje dalszy spadek ciśnienia w pierwszym zidentyfikowanym złączu czujnikowym poniżej 200 hPa (0,2 at), co powoduje z kolei rozwarcie elektrod czujnika. Pomiar oporności pętli po zadziałaniu kolejnego czujnika stanowi drugi etap lokalizacji umożliwiający określenie, między którymi złączami czujnikowymi powstało uszkodzenie powłoki kabla.

Długość odcinków ciśnieniowych powinna być nie większa niż 30 km. System czujnikowy stosowany jest przede wszystkim w dalekosiężnych liniach kablowych symetrycznych.

W liniach współosiowych stosowany jest system z automatycznym dopełnianiem gazu. Długość odcinka ciśnieniowego w tym systemie nie przekracza 15 km, a więc idealnie nadaje się do linii współosiowych, gdzie odległości między stacjami wzmacniakowymi są niewielkie.

Istota tego systemu polega na tym, że każde dwa odcinki ciśnieniowe są przyłączone do odrębnego ciśnieniowego punktu zasilania, składającego się z butli stalowej, susznika i zespołu kontroli; zadaniem zespołu kontroli jest redukcja powietrza z butli do ciśnienia roboczego 600 hPa (0,6 at) i kierowanie go do odcinków ciśnieniowych.

Ciśnieniowy punkt zasilania jest ustawiany najczęściej przy stacjach wzmacniakowych (obsługiwanych i nieobsługiwanych), ponieważ musi on być zasilany prądem stałym o napięciu 24 V pobieranym z lokalnego źródła prądu lub zdalnie (z wykorzystaniem par sygnalizacyjnych) prądem stałym o napięciu 180 V, pobieranym z urządzenia zdalnego dozorowania.

Z układu elektrycznego ciśnieniowego punktu zasilania są podawane odpowiednie sygnały do urządzenia zdalnego dozoru w przypadku uszkodzenia powłoki kabla lub wyczerpania się powietrza w butli.

# 5. Literatura


Latomski W.: Telefoniczne kablowe linie miejscowe. WKŁ 1971
Nowicki W.: Podstawy teletransmisji tom 1 i 2. WKŁ 1971
Perkowski Z., Łapiński T.: Nowoczesne kable telekomunikacyjne. WKŁ 1968
Talaga J.: Symetryzacja telekomunikacyjnych linii kablowych. WKŁ 1967
Praca zbiorowa: Poradnik teleelektronika. WKŁ 1974
Instrukcja TT-006/80: Wykonywanie złączy kablowych uszczelnianych kitem epoksydowym. ZBŁ 1980
Instrukcja suszenia żelem krzemionkowym złączy kablowych na telekomunikacyjnych liniach kablowych. ZBŁ 1965
Instrukcja wykonywania złączy uszczelnianych żywicą poliuretanową na kablach XTKMX. ZBŁ 1976
Instrukcja wykonywania przegród gazoszczelnych na kablach typu XTKMX, XTKM, XTKD. ZBŁ 1974
Instrukcja obsługi zestawu do twardego lutowania torów 1,2/4,4 i 2,6/9,5. ZBŁ 1973
Wstępna instrukcja montażu rozbieralnych i nierozbieralnych muf przelotowych i odgałęźnych z rur termokurczliwych na kablach typu XTKMX. Kablosprzęt
Instrukcja IT-004/78. Wykonanie złączy kabli symetrycznych o powłokach aluminiowych. ZBŁ 1978
Łączenie kabli TKM z kablami YTKZY — złącza rozdzielcze. Instrukcja montażowa. ZBŁ 1969
Instrukcja łączenia kabli z parami współosiowymi 1,2/4,4 i 2,6/9,5 metodą twardego lutowania. ZBŁ 1976
Instrukcja wykonywania przegród gazoszczelnych na kablach telekomunikacyjnych z powłoką ołowianą i izolacją żył papierową lub papierowo-powietrzną, metodą wtryskową przy użyciu kompozycji z żywicy epoksydowej. ZBŁ 1968
BN-73/8984-05. Kanalizacja kablowa. Ogólne wymagania i badania
BN-78/8984-12. Telekomunikacyjne linie kablowe międzymiastowe. Złącza
BN-76/8984-17. Telekomunikacyjne sieci kablowe miejscowe. Ogólne wymagania i badania
BN-78/8984-18. Telekomunikacyjne linie kablowe dalekosiężne. Ogólne wymagania i badania